

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Arquitetura
Especialização em Sustentabilidade em Cidades, Edificações e Produtos

Patrícia Lorena Cota da Silva

**ANÁLISE DA GESTÃO INTEGRADA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS SOB A
PERSPECTIVA DA ECONOMIA CIRCULAR NA REGIÃO METROPOLITANA
DO VALE DO AÇO/MG**

Belo Horizonte

2021

Patrícia Lorena Cota da Silva

**ANÁLISE DA GESTÃO INTEGRADA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS SOB A
PERSPECTIVA DA ECONOMIA CIRCULAR NA REGIÃO METROPOLITANA
DO VALE DO AÇO**

Monografia de especialização apresentada à Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Sustentabilidade em Cidades, Edificações e Produtos.

Orientadora: Prof.^a. Dra. Sofia Araújo Lima Bessa.

BELO HORIZONTE
2021

FICHA CATALOGRÁFICA

S586a

Silva, Patrícia Lorena Cota da.

Análise da gestão integrada dos resíduos sólidos sob a perspectiva da economia circular na Região Metropolitana do Vale do Aço/MG [manuscrito] / Patrícia Lorena Cota da Silva. - 2021.

126 f. : il.

Orientadora: Sofia Araújo Lima Bessa.

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura.

1. Gestão integrada de resíduos sólidos. 2. Resíduos sólidos - Aspectos ambientais. 3. Meio ambiente. 4. Educação ambiental. 5. Reciclagem - Indústria. 6. Coleta seletiva de lixo. I. Bessa, Sofia Araújo Lima. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Arquitetura. III. Título.

CDD 628.44

Ficha catalográfica: Maryne Mirydyane Medeiros - CRB 1/2997



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ARQUITETURA - EAUFMG
Rua Paraíba, 697 – Funcionários
30130-140 – Belo Horizonte – MG - Brasil

Telefone: (031) 3409-8823

FAX (031) 3409-8822

ATA DA REUNIÃO DA COMISSÃO EXAMINADORA DE TRABALHO DE MONOGRAFIA DA ALUNA PATRICIA LORENA COTA DA SILVA COMO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE EM CIDADES, EDIFICAÇÕES E PRODUTOS.

Às 15:30 horas do dia 28 de junho de 2021, reuniu-se em teleconferência por meio do aplicativo *Google Meet*, devido ao COVID-19, a Comissão Examinadora composta pela Profa. Sofia Araújo Lima Bessa (Orientadora-Presidente), pela Profa. Andréa Franco Pereira, Membro Titular Interno, e pela Profa. Juliana Petermann Moretti Pelissari, Membro Titular Externo, designada pela Comissão Coordenadora do Curso de Especialização em Sustentabilidade em Cidades, Edificações e Produtos, para avaliação da monografia intitulada "**ANÁLISE DA GESTÃO INTEGRADA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA REGIÃO METROPOLITANA DO VALE DO AÇO, MG**" de autoria da aluna **PATRICIA LORENA COTA DA SILVA**, como requisito final para obtenção do Certificado de Especialista em Sustentabilidade em Cidades, Edificações e Produtos. A citada Comissão examinou o trabalho e, por unanimidade, concluiu que a monografia atende às exigências para a obtenção do Certificado de Conclusão do Curso, atribuindo ao trabalho a nota 92 e conceito A. No entanto, é necessário que sejam feitas as seguintes correções no texto: i) Mudança do título. A aluna terá 20 dias para retornar o texto à Comissão Examinadora. A Comissão ainda recomenda que sejam encaminhados: 01 (hum) exemplar digital ao Repositório da UFMG, após as correções sugeridas.

Belo Horizonte, 28 de junho de 2021.

Profa. Sofia Araújo Lima Bessa
Presidente Orientadora-Presidente

Profa. Andréa Franco Pereira
Membro Titular Interno

Profa. Juliana Petermann Moretti Pelissari
Membro Titular Externo.

Para meu pequeno Príncipe,

Que tem um olhar felino
juba de leão
e abraço fatal.

Sou presa fácil.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por mais uma oportunidade em forma de desafio que me conduz ao crescimento profissional e pessoal.

Agradeço a minha orientadora Professora Dra. Sofia por ter aceitado entrar nessa aventura comigo, compartilhando conhecimento técnico/científico e trocando experiência de vida sobre os desafios diários frente a pandemia da Covid-19.

Agradeço a Secretária Ana Maria por sempre me receber de forma tão acolhedora, com sorriso nos lábios, voz tranquilizadora e sempre disponível para ajudar nas questões acadêmicas.

Agradeço a Professora Zarinha por contribuir com seu olhar perito sobre os pontos a serem corrigidos.

Agradeço as Professoras Dra. Andréa Franco e Dra. Juliana Petermann por terem participado da Banca de Avaliação.

Enfim, agradeço ao Universo pelas diversas mulheres maravilhosas e competentes que existem e que, em algum momento da vida, tivemos nossos caminhos interligados.

“As mulheres desempenham papel fundamental na gestão do meio ambiente e
no desenvolvimento.
Sua participação plena é, portanto, essencial para a promoção do
desenvolvimento sustentável”

(Princípio 20 da Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio
Ambiente – Rio 92)

Resumo

Gerir os resíduos sólidos urbanos é o grande desafio vivido pelas cidades contemporâneas. Com o objetivo de diagnosticar o panorama da gestão integrada dos resíduos sólidos na Região Metropolitana do Vale do Aço - RMVA e identificar a capacidade de implantar a economia circular a partir do ciclo reverso dos Resíduos Domiciliares – RDO, foi realizado levantamento de base teórica sobre o tema e de base exploratória para obter informações e dados que permitisse aprofundar o conhecimento sobre a realidade do território, objeto de estudo. A análise foi fundamentada na Política Nacional dos Resíduos Sólidos-PNRS, nos princípios dos modelos de gestão contemporânea e no desenvolvimento sustentável. Foi possível observar que não há gestão integrada dos resíduos sólidos nos municípios da RMVA, apenas o gerenciamento de algumas atividades que garantem a coleta e a disposição adequada do resíduo sólido urbano. Foram identificadas ações com o objetivo de implantar a educação ambiental e a coleta seletiva, mas sem resultados expressivos. Ainda assim, a coleta seletiva apresenta indícios de viabilidade técnica, econômica e social, o que torna a implantação do ciclo reverso da economia circular uma possibilidade para obter o desenvolvimento sustentável com geração de emprego e renda.

Palavras chave: Gestão; Resíduos sólidos; Economia circular; Região metropolitana; Vale do Aço.

Abstract

Managing urban solid waste is the great challenge faced by contemporary cities. In order to diagnose the panorama of integrated solid waste management in the Metropolitan Region of Vale do Aço - RMVA and identify the capacity to implement the circular economy from the reverse cycle of Household Waste - RDO, a theoretical base survey was carried out on the theme and exploratory basis to obtain information and data that would allow deepening knowledge about the reality of the territory, object of study. The analysis was based on the National Solid Waste Policy - PNRS, on the principles of contemporary management models and on sustainable development. It was possible to observe that there is no integrated management of solid waste in the municipalities of the RMVA, only the management of some activities that guarantee the collection and proper disposal of urban solid waste. Actions were identified with the objective of implementing environmental education and selective collection, but without significant results. Even so, selective collection shows signs of technical, economic and social feasibility, which makes the implementation of the reverse cycle of the circular economy a possibility to achieve sustainable development with job and income generation.

Key words: Management; Solid Waste; Circular Economy; Metropolitan Region; Vale do Aço.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	10
1.1 Objetivos	12
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1 GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	13
2.1.1 Teoria da gestão	13
2.1.2 Movimento ambiental mundial	15
2.1.3 Política Nacional de Resíduos Sólidos	22
2.1.4 A gestão dos resíduos sólidos urbanos no Brasil	27
2.2 ECONOMIA CIRCULAR	32
2.2.1 Reciclagem	34
2.2.2 Sistema de logística reversa	44
2.2.3 Coleta seletiva	52
2.2.4 Educação ambiental crítica	53
3 ESTUDO DE CASO	55
3.1 REGIÃO METROPOLITANA DO VALE DO AÇO.....	57
3.1.1 Contexto histórico ambiental.....	58
3.1.2 Desenvolvimento.....	65
3.1.3 Espaço urbano	69
3.2 GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA REGIÃO METROPOLITANA DO VALE DO AÇO	71
3.2.1 Coronel Fabriciano	73
3.2.2 Ipatinga	77
3.2.3 Santana do Paraíso.....	84
3.2.4 Timóteo	88
4 DISCUSSÕES	96
5 CONCLUSÕES	106
REFERÊNCIAS	108
APÊNDICES	123

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

As cidades surgiram com a promessa de segurança, oferta de moradia, facilidade de suprimentos e conforto. Dados da ONU (2017) apontam o crescimento exponencial da população a partir de 1950 até os dias atuais. Isto trouxe complexidade para o espaço construído e resultou em problemas no qual as soluções desenvolvidas não os resolvia, apenas mitigava.

Nos últimos séculos, o mundo passou por grandes transformações sociais e ambientais em razão das revoluções industriais. Transformações estas que resultaram em desenvolvimento econômico, geração de riqueza e evolução social. Mas também, em pobreza extrema, degradação ambiental e intensa estratificação social.

Na lógica capitalista de lucro e de acúmulo de riqueza, o aumento da produção promovido pela revolução precisava escoar pelo mundo e para isso era preciso despertar o desejo dos consumidores. Isto foi possível, por meio do uso massivo de campanhas publicitárias, cada vez mais induzíveis, que desvincularam completamente a ação de comprar um produto da necessidade real de uso e a assimilaram à status social, identidade cultural, compulsão, entre outros. Para garantir os lucros crescentes, o consumo precisa ser recorrente. Assim, adotou-se o modelo “extraí, produz, vende, usa e joga fora”, conhecido como Economia Linear.

A associação dos fatores como crescimento populacional, consumo excessivo e Economia Linear resultou em um grave problema para as cidades e um imenso desafio para os gestores públicos, o lixo.

O descarte do material de forma inadequada provoca proliferação de doenças, obstrução do sistema de drenagem pluvial urbana, contaminação do solo, do ar e da água, morte de animais, aquecimento global e odor desagradável. Isto resultou na necessidade de realizar a gestão dos resíduos sólidos e compartilhar a responsabilidade, entre todos os envolvidos, na execução de ações para resolver o problema.

Porém, ao analisar o contexto ambiental que é vivenciado, foi possível constatar que o descarte deste material é também responsável, indiretamente, pela degradação ambiental provocada pela extração de matéria-prima. Visto que, são materiais passíveis de retornar à cadeia produtiva para voltarem a ser matéria-prima.

Desta forma, o modelo de Economia Linear pode e deve ser substituído pela Economia Circular, no qual, o termo lixo e resíduo sólido deixam de existir e todo material passa a pertencer a um fluxo processual de design, produção, uso e reaproveitamento, chamado *cradle to cradle* ou berço a berço.

A gestão de resíduos, baseada na coleta seletiva e no sistema de logística reversa, está inserida no ciclo reverso da Economia Circular, dentro da etapa reaproveitamento, com foco na reciclagem.

O setor público ficou responsável pela gestão dos resíduos sólidos urbanos, que consiste em coletar, segregar, destinar e dispor de forma ambientalmente adequada. O setor privado ficou responsável pela gestão do sistema da logística reversa (BRASIL, 2010a). Este sistema compreende a coleta seletiva, o processamento, a reciclagem e a disposição final de rejeitos. As fontes geradoras, em ambas as gestões, são as unidades domésticas que geram o resíduo sólido urbano chamado resíduo domiciliar - RDO.

Estabelecer gestores diferentes e sistemas independentes de logística reversa, por tipo de material, pode ser interessante do ponto de vista da responsabilidade compartilhada e do financiamento. Porém, levanta a questão sobre a eficiência em relação à capacidade de instalação e operação do serviço e da logística em todo território nacional, a efetiva diminuição da emissão de CO₂, a priorização da participação das associações e cooperativas de catadores no processo, a transparência e a confiabilidade dos dados disponibilizados, uma vez que os dados disponibilizados atualmente apresentam divergências consideráveis.

Na democracia contemporânea, o acesso à informação é um direito. A gestão dos resíduos sólidos é um ato democrático, no qual as ações são planejadas com o objetivo de resolver o problema causado pelo coletivo e que afeta o coletivo. Portanto, a transparência é fundamental para que o controle social aconteça. Para isso, é preciso adotar um método eficiente, seguro e confiável de registro dos dados e disponibilização das informações. Além disso, a confiabilidade dos dados possibilitará aos gestores tomar decisões assertivas, baseadas em dados que representam fielmente a realidade.

Por isso, é necessário compreender qual o panorama da Gestão dos Resíduos Sólidos dez anos após a promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Para

isso, escolheu-se como estudo de caso, analisar a Região Metropolitana do Vale do Aço - RMVA em Minas Gerais, devido a sua importância econômica no cenário estadual e nacional, assim como, as peculiaridades territorial e socioeconômica.

1.1 Objetivos

Objetivo geral:

Diagnosticar o panorama da Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos na RMVA sob a perspectiva da economia circular, identificando *gaps* e oportunidades a serem exploradas.

Objetivos específicos:

- Compreender como que os fundamentos dos modelos de gestão e o movimento ambiental mundial influíram na Política Nacional dos Resíduos Sólidos e qual o panorama da gestão dos resíduos sólidos no Brasil para traçar um paralelo com a gestão na RMVA;
- Identificar os fluxos da economia circular passíveis de serem implantados na gestão dos resíduos sólidos em âmbito municipal;
- Compreender o contexto histórico, ambiental, econômico, social e urbanístico da RMVA;
- Identificar quais as práticas norteadoras da gestão dos resíduos sólidos na região, o arcabouço jurídico, a infraestrutura existente e os dados gerados.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A gestão e a gerência são dimensões da Administração. A gestão é “a concepção das formas de organização humana (individual, organizacional e coletiva) [e a gerência é] a ação, o ato de fazer, a materialização daquilo que fora concebido no plano da gestão” (SANTOS *et al*, 2017, p. 945).

2.1.1 Teorias da gestão

A administração pública, em âmbito mundial, realizou mudanças significativas nas políticas de gestão pública nas últimas décadas. Essas reformas foram fundamentadas nos princípios e recomendações dos modelos de administração do setor privado (SECCHI, 2009). Visto que, “a administração de empresas assumiu uma posição hegemônica na produção do conhecimento administrativo” (PAULA, 2007, p. 22). Suas estratégias, práticas, ferramentas, linguagem e discurso foram adaptadas e consolidadas na gestão pública (SECCHI, 2009).

No Brasil, o patrimonialismo permaneceu por longos anos como modelo de administração pública adotado, desde o descobrimento até o fim da Primeira República. Não existia distinção entre o patrimônio do Estado e o do monarca. Ele foi substituído pelo modelo burocrático, no qual o patrimônio estatal e o privado tornaram-se coisas distintas, o Estado assumiu o papel de protagonista do desenvolvimento econômico (SCHLICKMANN, 2016) e o cidadão foi chamado de usuário dos serviços públicos (SECCHI, 2009).

Este modelo possui estrutura hierárquica, com liderança e tomada de decisão vertical e sem a participação popular na construção de políticas públicas o que caracteriza este sistema político como uma caixa preta, ou seja a demanda social é apresentada, porém o processo interno que resulta na política pública é desconhecido e inviabiliza a cidadania (ASUNTOS DEL SUL, 2019).

Segundo Abreu, Helou e Fialho (2013, p. 609), “a burocracia como estratégia de execução de objetivos organizacionais não oferece mais resposta aos problemas atuais” “em face dos níveis de incerteza e do ritmo intenso das mudanças em nossas sociedades” (CAVALCANTI, 1991, p.183) “que exige instituições flexíveis, adaptáveis, produtivas e voltadas para a qualidade” (PAULA, 2005, p. 61). Diante disso, o modelo

burocrático perde a legitimidade política e é substituído pelo modelo Nova Gestão Pública - NGP.

O modelo NGP é focado no gerencialismo e está baseado nos valores de produtividade, orientação ao serviço, eficiência no serviço prestado, *marketization* e *accountability* (SECCHI, 2009), colaboração de diferentes agentes sociais e participação cidadã. Os cidadãos são tratados como clientes que devem ter suas necessidades satisfeitas pelo serviço público (SECCHI, 2009).

A eficiência do modelo começou a ser questionada diante da sua dificuldade em incorporar a dimensão sociopolítica no escopo da gestão e em lidar com a complexidade da vida política “que requer visão mais estratégica, participativa e solidária [e não] apenas o desenvolvimento de técnicas e a formulação de sofisticados programas administrativos” (PAULA, 2005, p.46).

Em 1998, o Centro Latino-Americano de Administração para o Desenvolvimento (CLAD) aprovou o documento que estabeleceu as bases para a reforma gerencial na América Latina. Nele consta que a consolidação da democracia, a retomada do crescimento econômico e a redução da desigualdade social são questões essenciais a serem consideradas (MARINI, 2002).

Assim surgiu a Governança Pública - GP que adotou mecanismos de democracia participativa e redes de políticas públicas para melhorar a interação entre atores públicos e privados no desenvolvimento de soluções para os problemas coletivos; para promover o envolvimento dos cidadãos e de outras entidades na construção de políticas públicas; para coordenar a cooperação entre atores públicos e privados na execução de operações do governo e para reduzir os elos na cadeia de *accountability* (SECCHI, 2009). Assim como adotou os “conceitos de cidadania, equidade e transparência” (MARINI, 2002, p. 32).

Na atualidade, a questão do desenvolvimento precisa estar articulada e alinhada com as questões da sustentabilidade, da estabilidade econômica, política, institucional e social. Assim como, o uso intensivo de tecnologia de informação irá promover a transparência na gestão, a modernização administrativa, a melhor relação entre o setor público e o cidadão (MARINI, 2002).

Os princípios básicos da agenda atual são a focalização no cidadão, a transparência, o controle social, a conscientização da responsabilidade fiscal, a orientação da gestão para resultados, a ética e a profissionalização do servidor público (MARINI, 2002).

A mudança no modelo de gestão pública para Governo Aberto é fundamental para que o controle social possa acontecer na administração pública, inclusive na gestão dos resíduos sólidos. Visto que, controle social é o “conjunto de mecanismos e procedimentos que garantam à sociedade informações e participação nos processos de formulação, implementação e avaliação das políticas públicas relacionadas aos resíduos sólidos” (BRASIL, 2010a, Art. 3). Enquanto que, Governo Aberto é o novo paradigma do modelo de gestão pública da atualidade, que centraliza a cidadania no planejamento e na tomada de decisões de políticas públicas, com base nos pilares da transparência, participação cidadã e colaboração no governo. As tecnologias digitais são ferramentas de grande relevância na atualidade para que esta transformação aconteça (ASUNTOS DEL SUL, 2019).

Nestas transições, Secchi (2009) diz que há um processo cumulativo de mudanças nas práticas e valores, sendo possível encontrar fragmentos de vários modelos em uma mesma administração. Assim como, alerta para o fato de que alguns agentes políticos utilizam as reformas administrativas para manipular a percepção coletiva sobre a organização pública e para autopromoção, não constituindo mudanças reais e concretas na estrutura institucional.

Todas essas transformações no modelo de gestão são consequências de movimentos sociais, ambientais, políticos e econômicos mundiais. Elas geraram alterações no escopo das leis, ao introduzir princípios, principalmente relacionados a *accountability* e a democracia deliberativa, como o controle social, transparência, colaboração, compartilhamento, cocriação, cidadania e sustentabilidade financeira ou ecoeficiência (ASUNTOS DEL SUR, 2019).

2.1.2 Movimento ambiental mundial

A sociedade começou a desconectar-se do seu meio natural a partir da primeira Revolução Industrial devido a tecnologia, a economia e o novo modelo de produção adotados, o que deu início ao rompimento do equilíbrio entre espécie e habitat (BELLEN; PETRASSI, 2016).

Na década de 1950, após a ocorrência de vários acidentes ecológicos e a publicação de pesquisas que apontaram os riscos ambientais e os impactos provocados pela sociedade industrial, a humanidade começa a ter percepção da crise ambiental instalada. Assim como, que o fenômeno não está limitado ao espaço territorial em que ele foi provocado e que a disposição inadequada dos resíduos causa contaminação da cadeia alimentar, acidentes e mortes (NASCIMENTO, 2012; LAGO, 2016; BELLEN; PETRASSI, 2016).

“A percepção deste problema, que pode ser entendido como um aumento da consciência ambiental, leva a alterações na própria forma como a sociedade passa a compreender a ideia de Desenvolvimento” (BELLEN; PETRASSI, 2016, p. 9). Visto que, “não é possível o aumento perpétuo da produção material/energética, o que requer o fim do crescimento econômico em algum momento para que a capacidade de suporte do planeta não seja ultrapassada” (ROMEIRO, 2012, p. 67).

O movimento de revolução ecológica iniciou em 1962 após a publicação do livro *Primavera Silenciosa* de Rachel Carson. Ela apresentou as consequências para todo o ecossistema, inclusive para o ser humano, da utilização indiscriminada de inseticidas, chamados por ela de biocidas, a base de substâncias químicas perigosas como o letal e carcinógeno arsênico, o DDD e o DDT.

O ‘controle da Natureza’ é uma frase concebida em espírito de arrogância [...]. É nossa alarmante infelicidade o fato de uma ciência tão primitiva se haver equipado com as armas mais modernas e terríveis, e de, ao voltar tais armas contra os insetos, havê-las voltado também contra a Terra (CARSON, 1969, p. 305).

Georgescu-Roegen no livro ‘A lei da entropia e o processo econômico’ considera o fluxo de gozo da vida como “verdadeiro ‘produto do processo econômico [e não o] fluxo físico de resíduos” (MUELLER, 1999, p. 520) e apresenta a base conceitual da economia circular e linear ao dizer que há uma “grande dicotomia entre sistemas econômicos, que são sistemas termodinamicamente abertos, com sistemas ecológicos, que são sistemas fechados” (BELLEN; PETRASSI, 2016, p. 12).

No relatório *Limites do Crescimento*, encomendado pelo Clube de Roma em 1972, defendia-se a criação de limites para o crescimento humano nos países subdesenvolvidos e do desenvolvimento industrial nos países desenvolvidos (MOTA *et al*, 2008), no qual “o crescimento econômico precisava parar para se evitar que o

esgotamento dos recursos naturais e a poluição provocassem uma queda brusca do nível de qualidade de vida” (ROMEIRO, 2012, p.68).

Para definir os limites de crescimento é preciso analisar a capacidade e o tempo de regeneração do ecossistema, o risco de degradação total da energia e a estabilidade dos sistemas (BELLEN; PETRASSI, 2016). “A questão central para a economia ecológica é como fazer para que a economia funcione considerando a existência desses limites” (ROMEIRO, 2012, p. 67).

Por isso, diferente do Clube de Roma que defendia o crescimento zero, o economista Ignacy Sachs defendia o ecodesenvolvimento. “O ecodesenvolvimento professa um caminho apropriado de conservação da biodiversidade, provavelmente o mais apropriado, ao assumir a harmonização dos objetivos sociais e ecológicos” (SACHS, 2002, p. 70).

No documento *Only One Earth* realizado a pedido da ONU, constatou-se que o problema ambiental era resultado de dois fatores. Um deles ligado ao excesso de desenvolvimento nos países desenvolvidos, com uso de tecnologia agressiva e consumo excessivo, que gerou a preocupação nestes países sobre a poluição industrial, a escassez de recursos e o declínio do mercado de ações. O outro ligado à sua falta, nos países em desenvolvimento, com alto índice de crescimento demográfico e baixo PIB *per capita*, que gerou preocupação nestes países sobre como combater a pobreza e a dificuldade em desenvolver a economia. Pois, a pobreza e a precarização da vida humana estão entre as principais causas dos problemas ambientais nestes países, por ser provocadoras das agressões ambientais (ROMEIRO, 2012; BELLEN; PETRASSI, 2016; CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE, 1972; NASCIMENTO, 2012).

Assim, o debate ambiental passa a englobar o meio natural e o espaço social, criando a tríade com as dimensões desenvolvimento, relacionado a economia, meio ambiente, relacionado a biologia, e social, relacionado à sociedade (NASCIMENTO, 2012).

A Conferência de Estocolmo aconteceu em 1972 sob forte influência destes documentos. Foi o primeiro grande evento realizado pela ONU que promoveu um debate sobre os problemas ambientais causados pelo desenvolvimento e avaliou o impacto global do ser humano no meio ambiente (HANDL, 2020). O documento resultante tinha o propósito de inspirar, formar uma visão coletiva sobre a questão e

servir de guia para os povos no planejamento e execução de ações “para preservar e melhorar o meio ambiente humano” (CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE, 1972, p.1)

O documento contribuiu para o início da tessitura do conceito de desenvolvimento sustentável; reconheceu a complexidade da situação ambiental e a importância de utilizar instrumentos de gestão ambiental e planejamento integrado e coordenado para sua promoção; defendeu o compartilhamento de responsabilidade e a ação coletiva entre os cidadãos, empresas e instituições; indicou que o padrão de desenvolvimento econômico adotado precisava ser modificado e associado à conservação do meio ambiente; reafirmou a soberania nacional e a necessidade de empatia e cooperação entre as Nações; preconizou a utilização da ciência e tecnologia para desenvolver as soluções e a adoção da educação ambiental como ferramenta para disseminar informação e criar uma base de opinião pública esclarecida (MOTA *et al*, 2008; NASCIMENTO, 2012; LAGO, 2006; CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE, 1972).

No relatório *Our Common Future: from one Earth to one World*, de 1987, na busca de unir desenvolvimento econômico com preservação ambiental e alcançar o desenvolvimento sustentável, foi proposta uma agenda global para promover esta integração (NASCIMENTO, 2012). Nele reafirmou-se que as perturbações ambientais não são restritas ao território em que ocorreu a agressão e que é necessário estimular o desenvolvimento. Porém, adotando abordagens sustentáveis e conscientes de que os problemas ambientais e sociais são interconectados. Assim, protege-se o ecossistema e estimula o desenvolvimento da humanidade. Este relatório foi utilizado pelas entidades públicas e privadas, como eixo orientador nos planejamentos (MOTA *et al*, 2008).

Ao entender que o desenvolvimento acontece em um território e que este exerce e sofre influência no global, Bellen e Petrassi (2016, p. 17) defendem a mobilização das forças sociais do território e a utilização do planejamento participativo como método e instrumento para a construção do planejamento do desenvolvimento local.

Em 1992, o Clube de Roma apresentou no novo relatório que, o progresso técnico adotado pelos desenvolvimentistas para enfrentar o problema ambiental provocado pelo crescimento resultou na eficiência do uso das matérias primas e redução do seu

preço, por meio da substituição. Porém, a degradação e a poluição ambiental aumentaram, em consequência da maior geração de resíduos sólidos pela atividade humana em detrimento da capacidade de absorção do planeta (ROMEIRO, 2012).

No mesmo ano a ONU realizou a Conferência Rio 92. Nela, o termo desenvolvimento sustentável se consolidou; houve destaque para a utilização de transparência, educação ambiental e democracia participativa como melhor método para resolver as questões ambientais; enfatizou a utilização de instrumentos de avaliação do impacto ambiental; inovou ao destacar a importância da participação das mulheres, jovens e populações indígenas na promoção do desenvolvimento sustentável e adotou a Agenda 21 como ferramenta de direcionamento para o planejamento do desenvolvimento sustentável (CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE, 1992; NASCIMENTO, 2012).

“A Agenda 21 é um plano global, visando à implantação de políticas públicas, as quais buscam atingir o desenvolvimento sustentável como fim último” (MOTA *et al*, 2008, p. 15). “Para ser sustentável, o desenvolvimento deve ser economicamente sustentado (ou eficiente), socialmente desejável (ou incluyente) e ecologicamente prudente (ou equilibrado)” (ROMEIRO, 2012, p. 65). “Deve contemplar a equidade social e a qualidade de vida” (NASCIMENTO, 2012, p. 51) da população.

Esta Conferência avançou ao criar o primeiro plano de ação global, ao estimular os Estados a criarem legislações ambientais eficazes com adoção do mecanismo poluidor/pagador (CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE, 1992) e ao criar um Tratado com sugestões para a implantação da educação ambiental (SILVA JR. *et al*, 2012).

Em 2000, na Cúpula do Milênio, a ONU apresentou a agenda mundial de desenvolvimento a ser adotada até 2015. Esta agenda é composta por 8 (oito) objetivos, os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio - ODM. Eles priorizam o combate à pobreza; a educação de qualidade; acesso aos serviços de saúde; igualdade entre os sexos e valorização da mulher; parcerias mundiais para o desenvolvimento; garantia de sustentabilidade ambiental. Além dos objetivos, apresenta prazos para implantação e indicadores para metrificar e avaliar as ações. Traz de forma bem consistente a prerrogativa da atuação da população de forma mais ativa na construção das políticas públicas ao defender a democracia participativa

(SECRETARIA GERAL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2020; PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO, 2015).

Dez anos depois a ONU realizou a Cúpula Mundial de Desenvolvimento Sustentável em Joanesburgo, com o objetivo de analisar os progressos dos acordos firmados, identificar novas prioridades, definir mecanismos estratégicos para executar a Agenda 21, reafirmar e fortalecer os compromissos assumidos (MOTA *et al*, 2008; SILVA JR. *et al*, 2012).

Na Declaração de Joanesburgo constatou-se que a degradação ambiental continuava e identificou que a globalização era o novo fator agravante, devido ao “rearranjo espacial das atividades produtivas no mundo, através da fragmentação e migração de cadeias produtivas [...] de efeitos perversos e que culminam com a elevação dos custos ecológicos e sociais” (MELO NETO, FROES, 2001, p.2), principalmente para os países subdesenvolvidos. Definiu como requisitos essenciais para o desenvolvimento sustentável a erradicação da pobreza, a mudança dos padrões de consumo e produção e a proteção e manejo dos recursos naturais. Viu a diversidade como força coletiva para alcançar o desenvolvimento sustentável por meio de parceria construtiva. Defendeu a indivisibilidade da dignidade humana e garantiu a integração das questões da mulher nos planos, metas e atividades desenvolvidas. Atribuiu como dever do setor privado aderir ao desenvolvimento sustentável. Inovou ao assumir o compromisso de monitorar o progresso das metas estabelecidas com regularidade (CÚPULA MUNDIAL SOBRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2002).

A Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio +20, aconteceu em 2012 e trouxe a reflexão sobre qual futuro queremos? No debate sobre desenvolvimento sustentável manteve a tríade das dimensões econômica, social e ambiental. Os principais temas abordados foram a erradicação da pobreza, a economia verde e a estrutura institucional para o desenvolvimento sustentável (SILVA JR. *et al*, 2012). Após, formou-se um grupo de trabalho para elaborar as metas de desenvolvimento sustentável e suas ações, utilizando como base os ODM. Foram propostos 17 objetivos específicos e 169 metas associadas para negociações intergovernamentais e participação da sociedade civil. Os objetivos foram denominados de Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS. O documento foi aprovado e tornou a nova plataforma de ação mundial para combater a pobreza,

promover o desenvolvimento sustentável, responder as necessidades sociais da população abordando a mudança climática e proteção ambiental, até 2030 (ONU BRASIL, 2020b).

Em 2015, na sede da ONU em Nova Iorque aconteceu a Cúpula de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas, onde a Agenda 2030 foi adotada oficialmente pelos líderes mundiais (ONU, 2017).

Na agenda o tema resíduo sólido é tratado de forma direta no ODS 11 e 12. O ODS 11 tem o objetivo de tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. No item 11.6 há a meta de “até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo *per capita* das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros” (ONU BRASIL, 2020a).

No ODS 12 o objetivo é assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis. No item 12.5 consta que devemos “até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso” (ONU BRASIL, 2020a).

“Através do processo da conferência, toda a comunidade internacional se reuniu para acordar valores compartilhados, objetivos compartilhados e estratégias para alcançá-los” (ONU, 2020, p. s/n). Paralelo à essas conferências e cúpulas, a ONU subdividiu grupos de trabalho com focos específicos para realizar debates mais profundos e propor soluções mais pontuais (ONU, 2020).

Portanto, após sete décadas está consolidado que o desenvolvimento precisa ser sustentável. Para isso, é preciso um conjunto de políticas públicas que proporcionem o aumento nacional da renda, o acesso a direitos sociais, a redução do impacto da produção e consumo sobre o meio ambiente (ROMEIRO, 2012), o estímulo a democracia deliberativa, a transparência e a adoção do modelo de governo aberto para a gestão pública, a descentralização das decisões, a ação coletiva e o exercício pleno da cidadania (ASUNTOS DEL SUR, 2019).

O desenvolvimento sustentável deve ser planejado sobre as bases das dimensões ambiental, econômica, social, cultural e política. A dimensão ambiental compatibiliza o modelo de produção e consumo à capacidade de autorreparação e resiliência do ecossistema. A dimensão econômica prioriza o crescimento da produção e consumo, a partir da ecoeficiência, inovação tecnológica e desmaterialização da economia. A

dimensão social busca erradicar a pobreza, a precarização da vida humana e implantar a justiça social. A dimensão cultural estabelece mudanças fundamentais no padrão de consumo, estilo de vida, valores e comportamentos. A dimensão política constrói o arcabouço das políticas públicas e legislações necessárias para a materialização da sustentabilidade no território (NASCIMENTO, 2012).

As propostas de políticas públicas devem contemplar políticas de comando e controle, que servem para regular a ação agressiva ao meio ambiente, e instrumentos econômicos, que servem para precificar os serviços ecossistêmicos e inverter a estrutura de incentivos de fonte de recursos finitos para fonte de recursos sustentáveis (ROMEIRO, 2012).

Pois “metade das emissões de gases com efeito de estufa e mais de 90% da perda de biodiversidade e da pressão sobre os recursos hídricos advêm da extração e da transformação de recursos” (COMISSÃO EUROPEIA, 2020, p. 2) para a produção de bens e serviços.

Sendo que “mais de 80% do impacto ambiental de um produto é determinado na fase de projeto” (COMISSÃO EUROPEIA, 2012, p. 3), tradução nossa). “Contudo, o padrão «extrair, fabricar, utilizar e jogar fora», próprio da economia linear, não oferece incentivos suficientes aos produtores para que apostem na circularidade dos produtos” (COMISSÃO EUROPEIA, 2020, p. 3).

2.1.3 Política Nacional de Resíduos Sólidos

“Desde a década de 1970 tem surgido em nível mundial, nacional e local, campanhas e protocolos com normas de proteção ambiental no que tange aos cuidados individuais e coletivos para o alcance do desenvolvimento sustentável” (SOUSA; PAIXÃO, 2019, p. 1).

Mesmo assim, devido ao crescimento demográfico nos centros urbanos, mudanças nos hábitos de consumo desta população, falta de incorporação de práticas sustentáveis pela sociedade, o aumento do poder aquisitivo, o índice de consumo crescente e a baixa eficiência produtiva houve um aumento na geração de resíduos na produção e no consumo. “O consumo mundial de matérias-primas, como a biomassa, os combustíveis fósseis, os metais e os minerais, deverá duplicar nos próximos quarenta anos, prevendo-se que a produção anual de resíduos aumente 70% até 2050” (COMISSÃO EUROPEIA, 2020, p. 2).

Estes fatos associados à escassez de locais para a disposição adequada trouxe complexidade ao problema dos resíduos sólidos, com custos crescentes sobre as dimensões econômicas, sociais e ambientais. “A questão dos resíduos sólidos e seu gerenciamento está cada vez mais se revestindo de fundamental importância no contexto do desenvolvimento sustentável de um país” (OLIVEIRA NETO; SOUZA; PETTER, 2014, p. 3810) e a resolução deste problema envolve toda a sociedade contemporânea (SOARES *et al*, 2019; CARVALHO *et al*, 2019; FONSECA, 2015).

Em 2007, o tema resíduo sólido começou a ser tratado como problema das cidades brasileiras de forma ainda muito incipiente nas Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico. A limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos passou a compor o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais do serviço público de saneamento básico (BRASIL, 2007).

Foram introduzidos os conceitos de gestão associada, controle social, universalização de acesso, integralidade dos serviços, sustentabilidade econômica e transparência como princípios fundamentais dos serviços públicos de saneamento básico (BRASIL, 2007).

Criou a possibilidade do titular do serviço público delegar a terceiros a organização, a regulação, a fiscalização e a prestação desses serviços, por meio de outorga ou concessão. Mesmo se delegado, o serviço público de saneamento permanece sob a titularidade estatal (país, estado e municípios) por sua relevância social e por ser de interesse público (CEZNE, 2005; BRASIL, 2007).

Em 2010, ao ser aprovada a primeira lei nacional que trata sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, o tema passa a ser relevante e obrigatório no planejamento estratégico de todos os entes públicos da federação brasileira. Nela foi estabelecido o prazo máximo dos municípios aprovarem seus Planos Integrados de Gestão de Resíduos Sólidos - PGIRS até 2012 e realizarem a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos até 2014. Isso quer dizer que, nesta data limite, todos os lixões e aterros controlados do Brasil precisavam ter suas atividades encerradas e a disposição dos rejeitos deveria ser realizada em aterros sanitários, com autorização de funcionamento expedida pelos órgãos responsáveis (BRASIL, 2010a).

Porém, a aprovação das novas diretrizes do Saneamento Básico em 2020 alterou os prazos para extinção dos lixões e aterros controlados, estendendo-os de acordo com os critérios definidos. As regiões metropolitanas passaram a ter o prazo limite de 02 de agosto de 2021 para extinguir os lixões e adotar o aterro sanitário (BRASIL, 2007).

Na PNRS a gestão integrada de resíduos sólidos é definida como o

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 (BRASIL, 2010a, Art. 3).

Sendo

um conjunto articulado de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento que uma administração municipal desenvolve (com base nos critérios sanitários, ambientais e econômicos), para coletar, segregar, tratar e dispor o lixo de uma cidade (CEMPRE, 2018, p. 3).

Os princípios da PNRS são a prevenção e precaução; o mecanismo poluidor/pagador e protetor/recebedor, defendido na Conferência Rio 92; a visão sistêmica; o desenvolvimento sustentável; a ecoeficiência; a cooperação; a responsabilidade compartilhada; a visão de que o resíduo sólido é um bem econômico e de valor social; o direito da sociedade à informação e ao controle social (BRASIL, 2010a).

A integração na gestão dos resíduos sólidos se dá na esfera dos planos, das normas, dos atores, das unidades ambientais naturais, dos mecanismos, dos instrumentos e das áreas do conhecimento.

Compõem o conjunto de planos de resíduos sólidos determinados no art. 14 da Lei 12.305/2010, o plano nacional, sob responsabilidade da União; os planos estaduais, os planos microrregionais e das regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas, sob responsabilidade dos estados; os planos municipais, sob responsabilidade dos municípios e os planos de gerenciamento, sob responsabilidade dos empreendimentos (BRASIL, 2010a).

No art. 10 da referida lei, os Municípios foram incumbidos de gerir de forma integrada os resíduos sólidos gerados em seu território e no art. 11, os Estados foram incumbidos de promover a integração da organização, planejamento e execução das funções públicas de interesse comum relacionados à gestão das microrregiões, aglomerações urbanas e regiões metropolitanas (BRASIL, 2010a).

Todos estes planos devem atentar para a seguinte ordem de prioridade: “não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição ambientalmente adequada dos rejeitos” (BRASIL, 2010a).

A Lei 12.305/2010 e o Decreto 7.404/2010 tratam com exclusividade sobre a gestão dos resíduos sólidos. Porém, ao realizar a gestão é preciso considerar e integrar, principalmente e não exclusivamente, as leis que tratam sobre o saneamento básico, meio ambiente, educação ambiental, questões relacionadas aos agrotóxicos, poluição causada por lançamento de substâncias perigosas em cursos d’água, vigilância sanitária, sanidade agropecuária e as determinações do Sinmetro (BRASIL, 2010a; BRASIL, 2010b).

Ao definir nos princípios da PNRS a responsabilidade compartilhada e a cooperação, cria-se a necessidade de integrar os atores do setor público, privado e sociedade civil (BRASIL, 2010b) com a priorização da “integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos” (BRASIL, 2010a, art.6). Cada ator possui um fator motivacional próprio que o leva a envolver e participar das ações e isto deve ser considerado para a governança da ação coletiva (BELLEN; PETRASSI, 2016, p. 25).

O impacto da poluição dos resíduos afeta as unidades ambientais naturais ar, água, solo, flora e fauna, de forma integrada. Este impacto está relacionado à todas as atividades do ciclo de vida do produto.

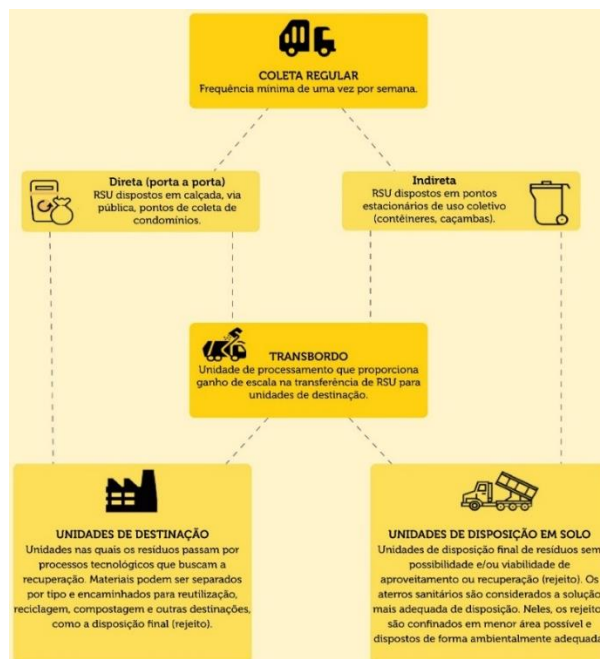
Tais atividades apoiadas no binômio produção-consumo, têm como consequências, de um lado, a devastação incontrolada dos recursos naturais e, de outro, a contaminação da atmosfera, das águas e do solo com todos os tipos de resíduos, resultantes da produção ou do consumo (FONSECA, 2015, p. 107).

O gerenciamento dos resíduos sólidos precisa da integração de mecanismos para que as ações essenciais do serviço possam ser executadas e rotas tecnológicas estabelecidas. O importante não é definir a melhor ação a implantar e sim, definir a proporção adequada da conjugação de todas elas e articulá-las bem (CEMPRE, 2018).

Brasil (2010a) define como ações essenciais o conjunto de ações executadas nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento, destinação e disposição final, com o objetivo de resolver o problema dos resíduos. Pimentel *et al* (2019, p.3) consideram como ações essenciais a “coleta seletiva de resíduos recicláveis secos; a

coleta seletiva de resíduos recicláveis úmidos; a coleta de rejeitos; a unidade de triagem; as unidades de compostagem e o aterro sanitário”. Oliveira Neto, Souza e Petter (2014) acrescentam a biodigestão e a incineração para geração de energia como ações importantes a serem consideradas na gestão.

Figura 1 - Esquema de rota tecnológica básica do RSU e seus equipamentos



Fonte: BRASIL, 2020c.

É explícito na PNRS quais os materiais que devem ser direcionados para o aterro sanitário. A disposição final ambientalmente adequada é a

distribuição ordenada de rejeitos em aterros [e rejeitos são] resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010a, Art. 3).

No art. 8 da Lei 12.305/2010 é apresentado os 18 (dezoito) instrumentos da Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Estes instrumentos devem ser aplicados de forma integrada na gestão dos resíduos sólidos, por meio dos quais é possível realizar o planejamento; a geração de banco de dados; a disponibilização de informações; a geração de conhecimento; o controle das atividades realizadas em todo o processo; o incentivo ao desenvolvimento de soluções inovadoras e limpas; o estabelecimento da responsabilidade compartilhada; entre outros (BRASIL, 2010a).

Para ser bem sucedida a gestão de resíduos sólidos deve adotar uma visão sistêmica e integrar áreas distintas do conhecimento, mas que no todo, tornam possível

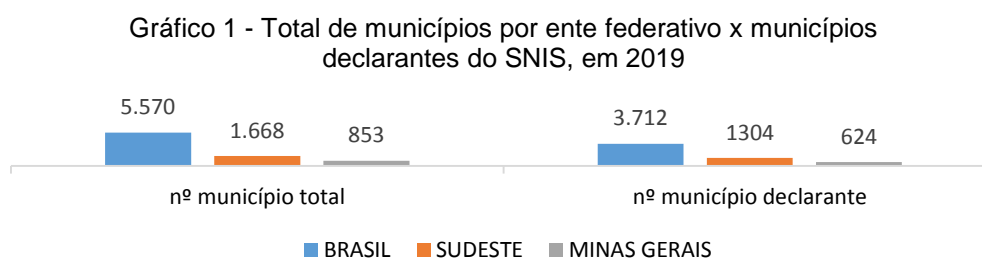
promover o desenvolvimento sustentável. Para isso, deve considerar as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública (BRASIL, 2010a). Nascimento (2012, p.59) diz que “nenhuma fonte de energia (ou outro recurso natural) é abandonada porque os recursos se extinguíram, mas porque surgiram alternativas econômicas, social e tecnologicamente mais viáveis”. Direcionar a gestão dos RSU com foco na economia circular é uma maneira de criar alternativas para o abandono ou redução do consumo de recurso natural, ao mesmo tempo que resolve o problema ambiental local do descarte do resíduo.

A complexidade do problema requer ferramentas que potencializem o resultado das ações, devido ao reduzido tempo disponível e o grande dano a ser revertido. A tecnologia é fundamental na gestão integrada dos resíduos sólidos. Por meio dela é possível desenvolver soluções limpas, exponenciar o alcance da educação ambiental e trazer transparência ao serviço. “Há uma expectativa muito grande em relação ao papel da tecnologia: tecnologias “verdes” triplamente ganhadoras: ambientalmente amigáveis, socialmente adequadas e economicamente eficientes” (ROMEIRO, 2012, p. 73).

2.1.4 A gestão dos resíduos sólidos urbanos no Brasil

A declaração de dados dos municípios brasileiros sobre a gestão dos resíduos sólidos urbanos no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, em 2019 (gráfico 1), retrata o contexto de aproximadamente 173,8 milhões, em um universo de 210,1 milhões de habitantes (BRASIL, 2020c; IBGE, 2018).

O Sudeste é a região brasileira com maior índice populacional e que apresentou o maior percentual de declarações realizadas, em termos de municípios (gráfico 1) e população, sendo 81,6 milhões de habitantes em um universo de 88,37 milhões de habitantes. Em Minas Gerais, 624 municípios realizaram a declaração (BRASIL, 2020c).

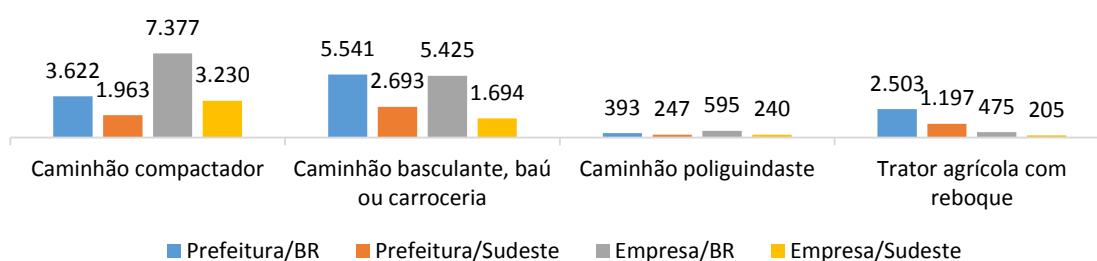


Fonte: BRASIL, 2020c. Adaptado pela autora.

Dentre as naturezas jurídicas do poder público, a administração pública direta assume 94,3% da gestão do serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos. Enquanto que, o principal agente executor do serviço é a iniciativa privada que realiza 72% das ações (BRASIL, 2020c).

A iniciativa privada possui 53,5% da frota existente para realizar o serviço de coleta e o poder público possui 46,5%. O Sudeste detém 44,2% da frota nacional, conforme gráfico 2. Ainda há municípios brasileiros que realizam a coleta com carroça de tração animal, embarcação e moto com carreta (BRASIL, 2020c).

Gráfico 2 - Proprietário dos veículos da coleta de RSU no Brasil, em 2019



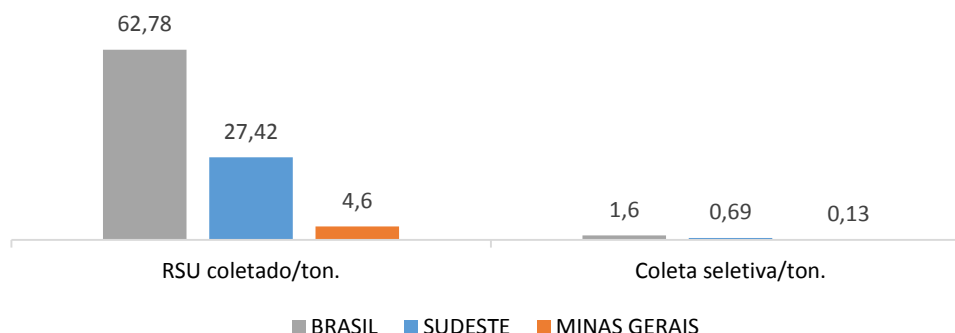
Fonte: BRASIL, 2020c. Adaptado pela autora.

O serviço de coleta de resíduo domiciliar - RDO atende 92,1% da população total brasileira (gráfico 3 e 4). O déficit do serviço atinge 13,73 milhões de habitantes, sendo 2,32 milhões de habitantes da área urbana e 11,4 milhões de habitantes da área rural. A coleta seletiva, porta a porta, atende 63,9 milhões de habitantes (gráfico 3 e 4) (BRASIL, 2020c; IBGE, 2018).

Na região Sudeste, o serviço é prestado para 96,2% da população (gráfico 3 e 4), única região com indicador bem acima da média nacional. Apesar da alta taxa de cobertura, no comparativo com as outras regiões do país, o Sudeste apresenta déficit de prestação do serviço para 3,37 milhões de habitantes, o que o coloca abaixo apenas do Nordeste com 8,06 milhões de habitantes. Isto se deve à sua maior densidade demográfica. Destes, 2,74 milhões de habitantes estão na área rural e 0,63 milhões estão na área urbana. A coleta seletiva foi realizada em 633 municípios (gráfico 3 e 4) (BRASIL, 2020c).

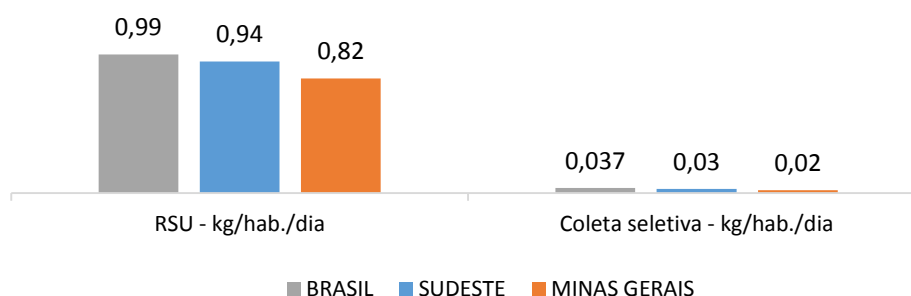
Em Minas Gerais, 91,2% da população é atendida com o serviço de coleta de RDO, o que corresponde a 16,5 milhões de habitantes (gráfico 3 e 4). A coleta seletiva é realizada em 176 municípios (gráfico 3 e 4) (SNIS, 2018; MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

Gráfico 3 - Volume de material da coleta de RSU x coleta seletiva, em milhões, 2019



Fonte: BRASIL, 2020c; MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017. Adaptado pela autora.

Gráfico 4 - Massa de RSU x Massa da coleta seletiva, 2019



Fonte: BRASIL, 2020c. Adaptado pela autora.

O sistema de coleta seletiva é implantado pelo titular do serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Inicialmente, pode ser separado em secos e úmidos, depois de forma mais específica (BRASIL, 2010b). O serviço é realizado por diferentes executores. Apesar da lei priorizar os catadores, um grande volume é captado por empresas contratadas (tabela 1).

Tabela 1 – Percentual de massa de resíduo sólido coletado por executor da coleta seletiva de RDO

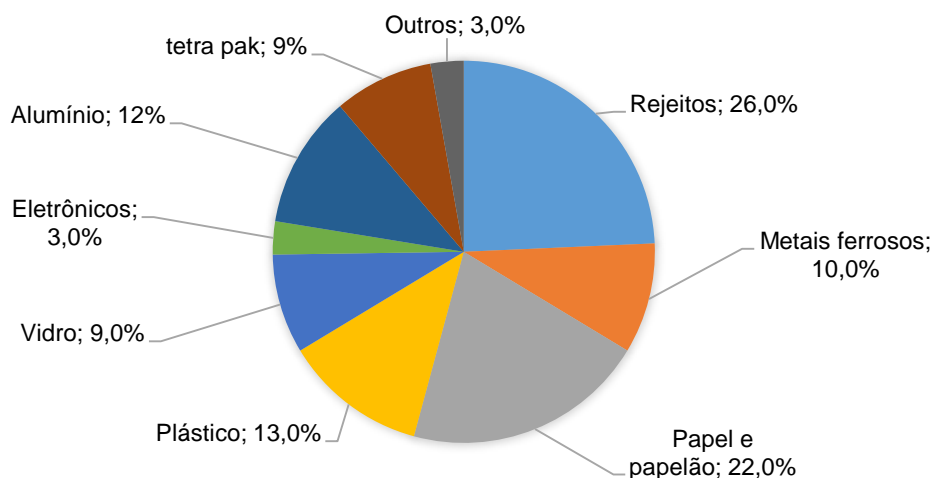
%	Prefeitura	Empresa contratada	Catadores	Outros agentes
BRASIL	17	45,3	36,8	0,9
SUDESTE	18	39,4	40,3	1,5

Fonte: BRASIL, 2020c. Adaptação da autora.

Existem no país 1.480 organizações de catadores, entre cooperativas e associações, que atuam em 994 municípios e tem mais de 31,5 mil catadores vinculados. A região sudeste possui 604 organizações com 12,18 mil catadores vinculados (BRASIL, 2020c).

O levantamento da composição gravimétrica da coleta seletiva apontou que 78% do volume do RDO é composto por material reciclável, conforme mostra o gráfico 5.

Gráfico 5 - Composição gravimétrica da coleta seletiva no Brasil



Fonte: CEMPRE, 2019, p. 25.

As embalagens são os materiais predominantes no RDO. A taxa de recuperação de embalagens em 2018 foi de 97,7% de alumínio, 56,8% de plástico e 66,2% de papel (CEMPRE, 2018).

A destinação ambientalmente adequada pode acontecer por meio da reutilização, da reciclagem, do tratamento e geração de energia. A reutilização é o aproveitamento do material coletado sem a transformação biológica, física ou físico-química, enquanto que a reciclagem é o processo de revalorização e transformação que envolve estas alterações e resulta em novos insumos e produtos (BRASIL, 2010a; CATTO, 2015).

A compostagem e a incineração são métodos de tratamento do resíduo. A compostagem trata o resíduo orgânico através do processo biológico de decomposição. Pode aproveitar o metano produzido para gerar energia limpa e a massa residual como fertilizante. A incineração é o tratamento térmico do resíduo que objetiva reduzir seu volume para depois direcionar a massa residual para aterro sanitário. O calor gerado pode ser utilizado para geração de energia, porém a eliminação de substâncias poluentes no processo torna seu uso polêmico. Este método é largamente utilizado no tratamento dos resíduos sólidos da saúde (NETO; SOUZA; PETTER, 2014).

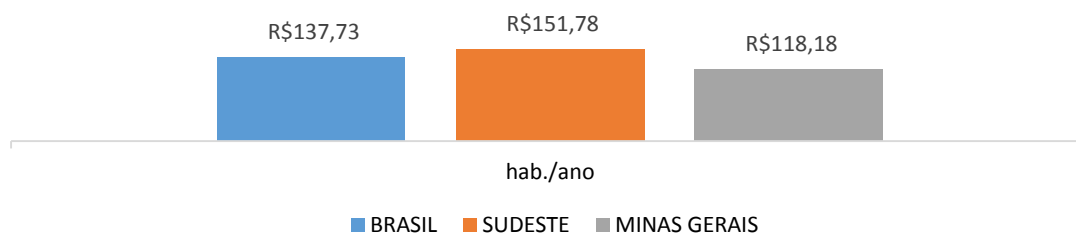
Embora esteja claro na PNRS que o aterro sanitário é um mecanismo para disposição ambientalmente adequada, na prática brasileira de gestão de resíduos sólidos ele é tratado como destinação ambientalmente adequada, onde todo o material coletado nos domicílios, recicláveis ou não, são dispostos. Em 2019, o Brasil dispôs 43,3 milhões de toneladas de RSU em 621 aterros sanitários, 16,7 milhões em 580 aterros

controlados e 12,7 milhões em 1.114 lixões. A região Sudeste possui 327 aterros sanitários, 379 aterros controlados e 98 lixões (ABRELPE, 2020, BRASIL, 2020c).

Minas dispôs o montante coletado de 5,31 milhões de toneladas do RSU, nas proporções de 69,5% em 74 aterros sanitários, 23,7% em 277 aterros controlados e 6,8% em 69 lixões (SNIS, 2018).

O gráfico 6 e 7 apresenta o custo médio do serviço de manejo dos RSU e o custo da coleta domiciliar no Brasil, no Sudeste e em Minas Gerais. O aumento considerável da região Sudeste em relação à média nacional é devido ao custo elevado da prestação de serviço nas cidades do Rio de Janeiro e São Paulo. Assim, quanto maior a densidade demográfica de uma cidade, maior é o custo do serviço *per capita*. Esse valor aumenta expressivamente nas cidades acima de 4 milhões de habitantes. O mercado de limpeza urbana movimentou em 2018 o valor de R\$ 28,13 bilhões no Brasil e R\$ 15,33 bilhões no Sudeste (BRASIL, 2020c; MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017; ABRELPE, 2020, BRASIL, 2007).

Gráfico 6 - Custo unitário médio do serviço de manejo do RSU em 2019



Fonte: BRASIL, 2020c. Adaptado pela autora.

Gráfico 7 - Custo da coleta do RDO em 2019



Fonte: BRASIL, 2020c. Adaptado pela autora.

A cobrança pela prestação do serviço de manejo do RSU já é realidade em 1.663 municípios do Brasil e 632 municípios da região Sudeste. Ela é feita por meio de taxa específica nos boletos de IPTU ou da água, taxa em boleto exclusivo e tarifa. O meio mais utilizado atualmente é a taxa junto ao boleto do IPTU (BRASIL, 2020c; MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017; ABRELPE, 2020, BRASIL, 2007).

Nas diretrizes nacionais do saneamento básico é reconhecido que a cobrança pela prestação do serviço é um mecanismo para obter-se a ecoeficiência, além de atender ao princípio do poluidor/pagador (BRASIL, 2007). A Constituição Federal, o Código Tributário Nacional e a Súmula 19 do Supremo Tribunal Federal – STF respaldam a cobrança (BRASIL, 2021). Porém, nesta mesma Súmula, o STF destaca que “é inconstitucional a cobrança de valores tidos como taxa em razão de serviços de conservação e limpeza de logradouros e bens públicos” (BRASIL, 2009).

Os principais desafios “para a política de cobrança do Serviço Público de Manejo de RSU são a qualificação da gestão municipal, a aprovação da legislação pertinente e o entendimento da comunidade em relação à importância social da cobrança” (BRASIL, 2021, p. 19).

Entre os municípios brasileiros declarantes e que cobram pela prestação do serviço, 54,3% apresentam autossuficiência financeira. No Sudeste, são 62,5% dos municípios (BRASIL, 2019b).

2.2 Economia circular

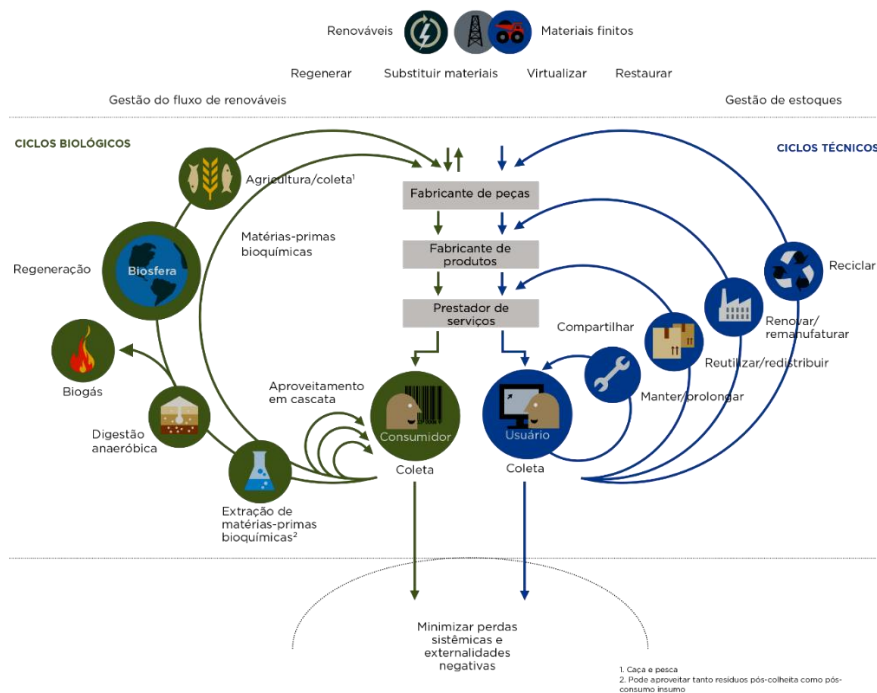
Toda economia tem fluxos de materiais, de energia e de informação. O atual modelo econômico linear é baseado na fabricação de produtos com matéria-prima virgem e no consumo constante. Eles são vendidos, usados e descartados como resíduos. Este modelo enfrenta grandes desafios e mudanças profundas do modelo operacional da economia se fazem necessárias. A busca por eficiência pode retardar seu colapso, mas “não alterará a natureza finita das reservas de materiais” (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015, p. 3).

A economia circular é um modelo econômico influenciado por pensamento percussores como o Design Regenerativo, a Economia de Performance, o *cradle to cradle* e a Ecologia Industrial. Ela visa redefinir o crescimento ao dissociar

desenvolvimento econômico e consumo de recursos finitos, além de eliminar a geração de resíduos do sistema. Ela tem como princípios de ação a eliminação de resíduos e da poluição, a preservação do valor dos materiais, a utilização de materiais e recursos o máximo de tempo possível e a promoção da regeneração dos sistemas naturais (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015; COMISSÃO EUROPEIA, 2018; ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2021).

Por ser uma economia regenerativa e restaurativa, denomina os materiais como nutrientes e os divide em ciclos técnicos e biológicos (figura 2). No ciclo técnico ocorre a gestão de estoque dos materiais de origem finita, criados pelo homem, e o consumo é substituído pelo uso. A recuperação e a restauração dos produtos, componentes e materiais acontecem com a intervenção humana em processos de reutilização, reparo, remanufatura ou reciclagem. No ciclo biológico ocorre a gestão do fluxo dos materiais renováveis, no qual os materiais não são tóxicos e o consumo é mantido. Os materiais de base biológica realimentam e regeneram o sistema natural vivo, em processos de compostagem e digestão anaeróbica, com ou sem a intervenção humana. Assim, constrói-se capital econômico, natural e social (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2021; ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015).

Figura 2 - Ciclos da economia circular



Fonte: ELLEN MACARTHUR FONDATION, 2015, p. 6.

A economia circular cria valor para os materiais/produtos por meio de quatro poderes. O poder dos círculos menores que, quanto mais interno, mais é preservada a integridade e complexidade do produto, da mão de obra embutida e energia investida, assim como torna a estratégia mais valiosa. O poder dos círculos mais longos que, maximiza o tempo de cada ciclo ou o número de ciclos do produto, o que evita a criação de novos produtos e o consumo de material, energia e mão de obra. O poder do uso em cascata que, diversifica o reuso em toda a cadeia de valor ao substituir a entrada de materiais virgens na economia. O poder dos insumos puros que por não ter contaminação, permite aumentar a eficiência de coleta, distribuição e qualidade no fluxo dos materiais (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015).

Para que a mudança de modelo econômico aconteça quatros elementos são essenciais: novos modelos de negócio que promovam o acesso a produtos como serviço por meio de pagamento por uso, o compartilhamento, a extensão da vida útil do produto e a virtualização; design de produtos e produção circulares que considerem o ciclo de vida do produto na sua criação e utilizem insumos circulares; ciclo reverso que permite que o fluxo de materiais aconteça em sentido do reuso ou reciclagem, criando ou mantendo o seu valor e condições sistêmicas favoráveis como a educação, o financiamento, as plataformas colaborativas e a nova estrutura econômica. A eficiência do ciclo reverso viabiliza o benefício econômico do design circular ao manter mais materiais de boa qualidade no sistema (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015).

Ainda incipiente no Brasil, a economia circular vem sendo estudada e debatida a alguns anos na Europa e sendo aplicada em legislações, acordos e políticas públicas. Os europeus a veem como uma oportunidade para ter uma economia sustentável, gerar empregos e obter vantagens competitivas, preservando os recursos mundiais. “A importância da economia circular para a indústria europeia foi recentemente sublinhada na renovada estratégia de política industrial da UE” (COMISSÃO EUROPEIA, 2018, p. 1). O setor industrial mundial é o protagonista de dois fortes movimentos contemporâneos, a Revolução Industrial 4.0 e a Economia Circular. Portanto, a sua adesão em ambos é fundamental.

2.2.1 Reciclagem

É preciso “prevenir os resíduos, aumentar o teor reciclado, promover fluxos de resíduos mais seguros e limpos e assegurar uma reciclagem de alta qualidade [...]. A reciclagem de alta qualidade depende de um recolhimento seletivo de resíduos eficaz” (COMISSÃO EUROPEIA, 2020, p.14). A reciclagem tem o objetivo de recuperar os materiais para alimentar novos ciclos ecossistêmicos (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2018).

O material resultante da reciclagem é denominado na economia circular de matéria-prima secundária.

As matérias-primas secundárias deparam-se com uma série de desafios para competir com as matérias-primas primárias, por motivos relacionados não apenas com a sua segurança mas também com o seu desempenho, disponibilidade e custo (COMISSÃO EUROPEIA, 2020, p.15).

As etapas básicas da reciclagem são a coleta e triagem, no qual o material técnico é recebido e separado de acordo com o tipo; a revalorização, que prepara, processa e molda o material para ser novamente matéria-prima e a transformação, que a partir da matéria-prima secundária, fabrica novos produtos ((ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2021; CATTO, 2015).

A triagem tem o objetivo principal de separar todo o material que pode ser reciclado. A eficiência obtida na triagem resultará na eficiência dos outros sistemas relacionados na Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos Urbanos (NETO; SOUZA; PETTER, 2014).

Para o processo de reciclagem ser economicamente sustentável deve ser considerado o custo da separação, da coleta, do transporte, do armazenamento e da preparação do resíduo antes do processamento; a quantidade de material disponível e condições de limpeza; a proximidade da fonte geradora ao local onde o material será reciclado; o custo do processamento do produto; as características e aplicações do produto resultante; a demanda do mercado para o material reciclado (CATTO, 2015).

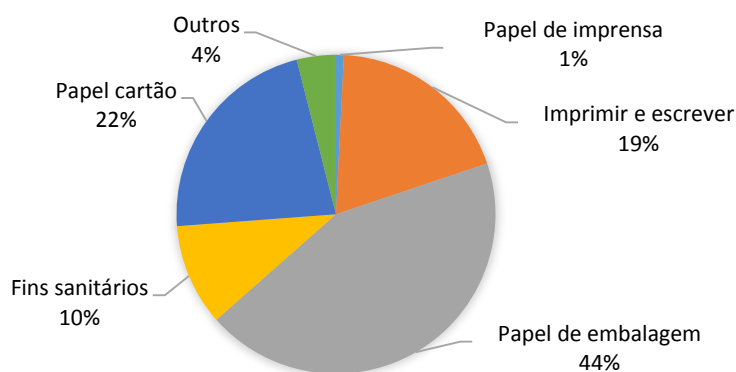
Os principais materiais recuperados e reciclados são o papel e papelão, o plástico, o metal e o vidro.

A matéria-prima básica do papel é a pasta celulósica ou fibra celulósica, produzida, principalmente, a partir da madeira de eucalipto, que produz a fibra curta e de pinus, que produz a fibra longa (CEMPRE, 2018, IBÁ, 2020).

Em 2019, o Brasil produziu 19,7 milhões de toneladas de celulose. O país é o maior exportador mundial deste insumo, com 75% da produção destinada para o mercado externo e US\$ 7,5 bilhões de receita gerada. Dentre as atividades do setor Árvores Cultivadas, a fabricação de celulose, papel e produtos de papel é responsável por 44,4% do PIB e 72% da arrecadação tributária do setor. O cultivo de eucalipto ocupa 6,97 milhões de hectares de terra no território nacional. Minas Gerais é o estado que concentra a maior área de cultivo com 28%, ou seja, 1,92 milhões de hectares. Porém, ao comparar quais estados brasileiros que possuem o maior número de plantas industriais instaladas para a fabricação de celulose e papel, temos São Paulo, Santa Catarina, Paraná e Minas Gerais, respectivamente (IBÁ, 2020).

Os papéis são classificados conforme gráfico 8.

Gráfico 8 - Produção brasileira de papel por tipo, 2020



Fonte: IBÁ, 2020. Adaptado pela autora.

De acordo com o papel desejado é escolhido o tipo de fibra, sendo que a longa oferece mais resistência e a curta oferece menor resistência, alta maciez e boa absorção. Depois, outros materiais são adicionados à pasta como agentes de colagem e retenção, branqueadores ópticos, pigmentos minerais, resinas, revestimentos plásticos ou metálicos, parafina, entre outros (CEMPRE, 2018, IBÁ, 2020).

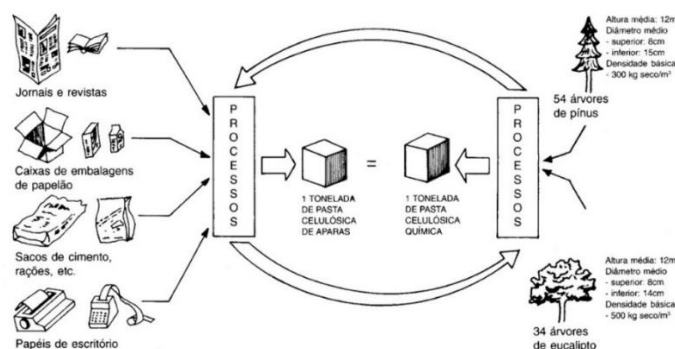
A reciclagem do papel transforma-o novamente em pasta celulósica que é utilizada para confeccionar papel de impressão e de escrever, papel para fins sanitários e polpa moldável. A maior parte é absorvida pela “produção de papéis ondulados e kraft, usados para caixas de papelão e outras embalagens adequadas para o transporte de mercadorias” (CEMPRE, 2018, p.125). A fibra

celulósica pode ser reciclada entre 7 e 10 vezes, após, a fibra perde a resistência (CEMPRE, 2018).

Em 2019, o Brasil reciclou 4,9 milhões de toneladas de resíduo de papel, ou seja 66,9% (IBÁ, 2020). O alto índice de reciclagem é reflexo do perfil produtivo brasileiro de papel, que apresenta alto índice de produção de papéis para embalagem (CEMPRE, 2018). O preço médio de venda do resíduo de papel foi de R\$ 0,39 kg em 2019 (ANCAT, 2020). Estima-se que gerou receita de R\$ 1,91 bilhões.

O uso da fibra celulósica secundária na produção de novos papéis tem como vantagens o menor custo da matéria-prima, a economia de energia e água e a redução da poluição da água e do ar. As desvantagens apresentadas são a falta de homogeneidade do material; dificuldade de eliminar totalmente as impurezas, o que interfere nas características e aparência do papel e o descarte e tratamento dos rejeitos gerados (CEMPRE, 2018).

Figura 3 - Equivalência entre pasta celulósica secundária e primária



Fonte: CEMPRE, 2018, p. 131.








A produção de papel artesanal é uma alternativa para a reciclagem, no qual é possível trabalhar questões ambientais, artísticas, sociais e de educação ambiental. O produto gerado apresenta valor agregado e pode ser personalizado. Porém, a introdução de algumas matérias-primas à massa pode torná-lo um papel não reciclável (CEMPRE, 2018).

O plástico é uma resina plástica sintética produzida, em sua maioria, a partir do petróleo (CEMPRE, 2018). Em 2019, a indústria brasileira faturou R\$ 81,3 bilhões ao produzir 7,1 milhões de toneladas de transformado plástico, no qual 49% foram utilizadas em produtos de ciclo longo de vida, 15,2% de ciclo médio de vida e 35,8% de ciclo curto de vida. Este setor industrial brasileiro possui

11.018 indústrias e gera 314.784 postos de trabalho. Os principais estados produtores são São Paulo, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná (ABIPLAST, 2019).

As principais resinas plásticas sintéticas produzidas no Brasil são classificadas e aplicadas em produtos conforme relacionado na tabela 2:

Tabela 2 - Classificação dos plásticos

Símbolo	Classe	Nome	Consumo em 2019	Produtos fabricados
	PET	Poli – tereftalato de etileno	5,4%	Fibra têxtil, embalagem de cosmético, frascos de bebidas e óleo.
	PEAD	Polietileno de alta densidade	12,7%	Frascos coloridos e brancos de material de limpeza, higiene e alimentos, lubrificantes de carro, bombonas, caixaria, sacola supermercado, tampa.
	PVC	Poli-cloreto de vinila	13,6%	Mangueiras, solados, forro de sofá, espiral de caderno, cartão de banco, tubos e conexões, perfil de janela, brinquedo, garrafa de água.
	PEBD	Polietileno de baixa densidade	8,8%	Filme e sacaria incolor/colorido, garrafa de água.
	PP	Polipropileno	21%	Garrafa de água, balde/ bacia, para-choque, caixaria, todody, mantegueira, filme, tampinha, copinho, canudo, tapete, peça automotiva, seringa descartável
	PS	Poliestireno (expandido ou não)	8,1%	Descartáveis, placas de supermercado, aparelho de barbear, bandeja de supermercado, pote de iogurte e sorvete.
	OUTROS	PU (poliuretano), EVA (acetato vinilo de etileno), PA (poliamida), PC (policarbonato), ABS (acrilonitrila butadieno estireno)	19,7%	Solado de sapato, autopeça, CD, chinelo, eletrodoméstico, pneu.

Fonte: ABIPLAST, 2019; VASCONCELOS, 2019. Adaptado pela autora.

O plástico representa cerca de 4 a 7% da massa do resíduo sólido urbano, porém ocupa de 15 a 20% do volume de material coletado. Em 49,23 kg de resíduo coletado para análise, foi obtido o resultado apresentado na figura 4. Isto resulta em aumento no custo de coleta, transporte e disposição final. Ao ser depositado em aterro sanitário, o plástico dificulta a compactação dos materiais dispostos e a decomposição dos materiais biodegradáveis, pois cria camadas impermeáveis. Quando queimado, alguns tipos de plásticos liberam gases tóxicos (CEMPRE, 2018).

Figura 4 – Comparativo de peso e volume de materiais recicláveis



Fonte: Autora, 2021.

A diversidade de tipos de plásticos é um fator complicador para a reciclagem do material, pois a identificação de cada tipo não é uma tarefa fácil, devido as características semelhantes e também pela variação de tipo de plástico encontrado em embalagens de um mesmo tipo de produto, por exemplo nas garrafas de água. O sistema de codificação criado não é adotado por todas as empresas e entre as que adotaram é comum ver equívocos em sua aplicação (VARELLA *et al*, 2013; CEMPRE, 2018).

Figura 5 – Materiais diferentes em embalagens com o mesmo produto – água mineral



Fonte: Autora, 2021.

O design dos produtos influencia na qualidade da separação do material e eficiência do processo industrial. A composição do produto por tipos diferentes de plásticos, como rótulos e tampas, interfere na produtividade da separação do material pós-consumo. As tintas impressas no plástico transformam em gases ao serem aquecidas no processo de transformação. A fabricação de produtos a partir de materiais compósitos, com multicamadas, dificulta e/ou inviabiliza a sua reciclagem. Ao misturar plásticos de tipos e cores diferentes a revalorização do material pode ser afetada, assim como sua posterior reciclagem, visto que não

é possível realizar a separação de resinas diferentes após ocorrer a fusão (VARELLA *et al*, 2013).

A processo de reciclagem do plástico consiste em (1) separar o plástico por tipo, produto e cor, (2) lavar, secar, fragmentar, aglutinar, extrusar e (3) peletizar a resina resultante (ABIPLAST, 2019; VARELLA *et al*, 2013; CEMPRE, 2018), que podem ser utilizados em novos produtos conforme tabela 3.

Tabela 3 - Reciclagem dos plásticos

Classe	Principal setor consumidor da resina reciclada	Produtos em que podem ser transformados
PET	Higiene pessoal e limpeza doméstica	Corda, tecido, enchimento de poltrona automobilística, carpete.
PEAD	Construção civil	Bombona, frasco de produto de limpeza, sacolinha.
PVC	Construção civil	Solado. Perfil e tubo.
PEBD	Saco para lixo, sacolas e plástico bolha	Mangueira, duto de fiação. Lona, saco de lixo, sacolinha.
PP	Utilidades domésticas	Balde, bacia, brinquedo, lixeira, engradado, telha.
PS	Construção civil Eletrodoméstico Eletroeletrônico	Moldura para quadro, rodapé.
OUTROS	-	-

Fonte: VARELLA *et al*, 2013, ABIPLAST, 2019. Adaptado pela autora.

Quando não é possível separar as resinas, o material pode ser utilizado para produzir madeira plástica com aplicações diversas na construção civil e com bom valor agregado (CEMPRE, 2018).

Do total de resina plástica consumida em 2019, 10,6% foi de plástico reciclado que gerou faturamento de R\$ 2,4 bilhões. O setor brasileiro de reciclagem de plástico possui 1.073 empresas que geram 10.656 empregos. A maior parte concentra nos estados de São Paulo, Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul (ABIPLAST, 2019). O índice de reciclagem do plástico em 2019 foi de 22,1% (CEMPRE, 2021) e o preço médio de venda do resíduo foi de R\$ 0,92 kg (ANCAT, 2020).

O material técnico metal tem como insumo principal o minério que pode ser ferroso e não ferroso (tabela 4). Entre os metais ferrosos, os principais são o aço carbono, aço inox, ferro fundido e ferro laminado. Entre os metais não ferrosos temos o alumínio, cobre, níquel, mercúrio, estanho, chumbo, zinco, ouro e prata. Os metais podem ser utilizados individualmente ou em liga, ao combinar tipos diferentes de metal (CEMPRE, 2018; RECICLOTECA, 2021).

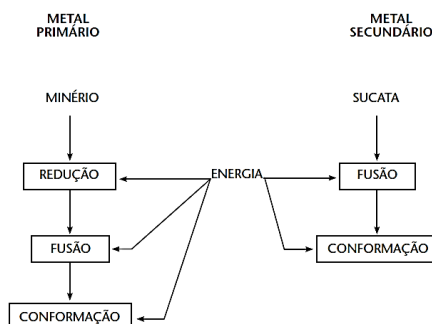
Tabela 4 – Classificação e aplicação dos metais

GRUPOS	TIPOS	ALGUMAS APLICAÇÕES	
Ferrosos	Ferro	Utensílios domésticos, ferramentas, peças de automóveis, estruturas de edifícios, latas de alimentos e bebidas.	
	Aço	Latas de alimentos, peças de automóveis, construção civil.	
Não ferrosos	Alumínio	Latas de bebidas, esquadrias, painéis, componentes de eletrodomésticos, peças automotivas, embalagens de marmitas.	
	Cobre	Cabos telefônicos e enrolamentos elétricos, encanamentos.	
	Metais pesados	Chumbo	Baterias de carros, lacres.
		Níquel	Baterias de celular.
		Zinco	Telhados, baterias.
		Mercúrio	Lâmpadas fluorescentes, baterias.
Estanho		Galvanização, anticorrosão.	

Fonte: RECICLOTECA, 2021; VARELLA *et al*, 2013.

Em 2020 o Brasil produziu 2,07 milhões de toneladas de metal fundido, sendo 1,6 milhões de ferro, 246,9 mil de aço e 194 mil de não ferrosos (ABIFA, 2020).

Figura 6 – Comparação entre o processo primário e secundário para a produção de metal



Fonte: Varella et al, 2013.

O metal pode ser produzido por meio do processo primário, que inicia a partir da redução do minério com a adição de carvão e pelo processo secundário, no qual utiliza a sucata como matéria-prima (figura 6). Na sucata metálica está embutida a extração do minério e a redução que é a etapa mais cara do processo primário, devido ao alto gasto energético que pode ser até 40% superior e à sua escala que demanda grande volume de transporte e instalação. (CEMPRE, 2018; VARELLA *et al*, 2013).

Os metais são 100% recicláveis e podem ser reciclados infinitas vezes sem perder suas características mecânicas e qualidade. A sucata reprocessada é transformada em chapas que são utilizadas para fabricar novos produtos em diversos setores industriais. Uma tonelada de aço feito com sucata substitui 1,2 toneladas de minério de ferro, 160 kg de carvão e 18 kg de cal, enquanto que

uma tonelada de alumínio reciclado substitui 5 toneladas de bauxita e reduz o custo energético do processo primário em 95% (VARELLA *et al*, 2013; ABEAÇO, 2021). O índice de reciclagem das latas de aço e alumínio em 2019 foi de 47% e 97,6% respectivamente (CEMPRE, 2021). O preço médio de venda do resíduo metálico foi de R\$ 3,05 kg do alumínio e R\$ 0,41 kg para os demais tipos de metais (ANCAT, 2020).

O metal no resíduo domiciliar é encontrado predominantemente nas embalagens e em menor quantidade nos utensílios e equipamentos, devido a menor incidência de descarte (CEMPRE, 2018).

O vidro é composto basicamente por 70% de sílica, 10% de calcário, 15% de barrilha, 2% de feldspato, 2% de dolomita e 1% de aditivos. A barrilha, material atualmente importado, representa 60% do custo dos materiais incorporados à massa do vidro. O processo de fabricação é uma atividade intensiva em gasto de energia das fontes de gás natural e energia elétrica que representa entre 25 e 35% do custo final da produção, no qual são necessários cerca de 200m³ de gás para fundir 1(uma) tonelada e 200kwh/t de energia elétrica em outras etapas do processo. Emite em média 180 kg CO₂/t para vidros de embalagem e 220 kg CO₂/t para vidros planos (AKERMAN, 2014; CNQ, 2015; CEMPRE, 2018; BNDES, 2007).

Em alguns casos, o vidro é um material de difícil substituição pois apresenta diversidade de aplicação em setores distintos; características como transparência, dureza, resistência e inércia, além de propriedades termoacústicas e ópticas (CEMPRE, 2018; FONSECA, MARTINS, 2011, AKERMAN, 2014, CNQ, 2015). Os tipos de vidros são classificados em quatro categorias (tabela 5).

Tabela 5 - Classificação dos vidros e sua aplicação

CATEGORIA		APLICAÇÃO
Vidro plano	<i>Float</i>	Automóvel, eletrodoméstico, construção civil, móveis e decoração.
	Impresso	Eletrodoméstico, construção civil e móveis e decoração.
Vidro de embalagem		Potes, garrafas e frascos.
Vidro doméstico		Copo, xícara, prato, jarra, objetos de decoração e demais utensílios utilizados na mesa e culinária.
Vidro técnico		Fibras de reforço, fibras ópticas, lâ de vidro, tubos, isoladores, iluminação, tubos de tv, garrafa térmica, telhas e tijolos.

Fonte: AKERMAN, 2014. Adaptado pela autora.

As indústrias do setor vidreiro brasileiro estão implantadas no Ceará, Pernambuco, Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Os segmentos de destaque em volume de produção e consumo são de vidros planos, embalagens e doméstico (CNQ, 2015, AKERMAN, 2014).

O Brasil tem capacidade instalada para produzir 7.530t/dia de vidros planos, tendo como principal demanda o setor da construção civil, nas novas construções e reformas de moradias (BNDES, 2007; ABRAVIDRO, 2020).

Em 2019, a participação por produtos, em m², na indústria de transformação de vidros processados não automotivos foi de 55,4% vidro temperado, 25,7% espelho, 11,8% laminado, 6,3% tampo e 0,8% insulado, com consumo de 54.198.402 m² de vidro e faturamento total de R\$ 4,5 milhões/ano (ABRAVIDRO, 2020).

O consumo de embalagem de vidro no Brasil em 2015 foi de 69% para bebidas, 24% alimentos e 7% não alimentos. O mercado do vidro de embalagem está sendo afetado pela substituição de produtos feitos por outros materiais, como plástico, papelão e folhas de alumínio. Das embalagens comercializadas no Brasil 8,7% são de vidro (BNDES, 2007; CNQ, 2015).

O vidro pode ser reciclado infinitas vezes sem comprometer a qualidade do novo produto. “A reciclagem é prática comum e secular na vidraria, pois o vidro de fato é 100% reciclável e ao empregá-lo em substituição às matérias primas minerais obtêm-se diversas vantagens para o processo” (AKERMAN, 2014, p. 27).

A economia energética e de matéria-prima são os grandes atrativos para a empresa que utiliza a matéria-prima secundária. Ao utilizá-la para fabricar novos vidros tem na refusão de 1 tonelada do material a redução média de 70% do gasto energético, cerca de 20% na emissão de poluentes no ar e 50% no uso da água. Ao utilizar na forma moída, 1 kg de vidro reciclado substitui 6.6 kg de areia. O processo de transformação do material consiste apenas em triturá-lo em dimensões compatíveis com a aplicação que será dada (AKERMAN, 2014; ASSIS, 2006; CEMPRE, 2021). O índice de reciclagem do Brasil em 2019 foi de 47% (ABRAVIDRO, 2020) e o preço médio de venda do resíduo foi de R\$ 0,08 kg (ANCAT, 2020).

A concentração das vidrarias nos grandes centros é um fator dificultador da reciclagem do material na própria produção de vidro, pois o baixo valor de

mercado do resíduo de vidro e o alto custo do frete inviabilizam economicamente a transação. A presença de contaminantes impede e a coloração restringe a utilização do material na produção de novos vidros (AKERMAN, 2014).

O resíduo de vidro pode ser utilizado em outros segmentos como nas cerâmicas industriais com elevada resistência; nos abrasivos de uso industrial; em substituição do cascalho na pavimentação asfáltica; como aditivo em concretos; no substrato para sustentação de raízes e meio de retenção de água em sistemas de hidroponia; no sistema de purificação de água, em larga escala e filtração lenta (ASSIS, 2006).

A reutilização é uma prática adotada na cadeia reversa do vidro de embalagens de bebidas por meio dos vidros retornáveis. Porém, está em declínio e precisa encontrar soluções para a resistência dos varejistas, a concorrência pela redução de custos das embalagens descartáveis, a distância percorrida entre o ponto de coleta e de reutilização, o custo de higienização da embalagem e o índice de quebra, que precisa ser inferior a 5% (BNDES, 2007).

Para obter produtos com melhores características e qualidade, a indústria criou os materiais compósitos e este tornou um grande desafio para a reciclagem. A separação dos tipos diferentes de materiais precisa de soluções técnicas específicas que pode apresentar alto custo de execução, elevado consumo de energia e tornar o processo inviável economicamente. Algumas soluções alternativas estão sendo pesquisadas para ser possível introduzir estes materiais no ciclo reverso como um novo produto, por meio da remanufatura (CEMBRANEL, 2019).

No Brasil, a obtenção de material para a reciclagem pode acontecer meio da logística reversa, sob a responsabilidade do setor empresarial e pela coleta seletiva, sob responsabilidade do gestor municipal (BRASIL, 2010b).

2.2.2 Sistema de logística reversa

A logística reversa é o “instrumento inovador das políticas nacional e estadual de resíduos sólidos” (MINAS GERAIS, 2013). Serve “para aplicação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos” (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2020). É o

Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar

a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010a, Art.3).

Ou seja, o sistema de logística reversa “engloba o recolhimento, o transporte e a destinação final ambientalmente adequada” (BRASIL, 2014) e a disposição ambientalmente adequada dos rejeitos. O recolhimento se dá através da coleta seletiva. A destinação final ambientalmente adequada pode ser a reutilização, o tratamento, a reciclagem e a geração de energia. A disposição final ocorre por meio do aterramento em solo (BRASIL, 2019b).

A estruturação e implementação do sistema de logística reversa é obrigatório para a cadeia produtiva dos produtos pilhas e baterias, pneus, lâmpadas, produtos eletroeletrônicos e seus componentes, baterias de chumbo ácido e para os produtos e embalagens de agrotóxicos e óleos lubrificantes (BRASIL, 2010a). A ampliação para os demais produtos e embalagens será definida conforme estudo da viabilidade técnica e econômica da logística reversa, o grau e extensão do impacto à saúde pública e meio ambiente (BRASIL, 2010b).

Os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes são os responsáveis por implantar o sistema de logística reversa. Ela pode ser realizada através do procedimento “de compra dos produtos e embalagens usadas e instituídos postos de entrega” (BRASIL, 2010b, art. 18). Ela deve priorizar a participação de organizações de catadores no processo.

Os instrumentos utilizados são os regulamentos expedidos pelo Poder Público, termos de compromisso e acordos setoriais (BRASIL, 2010b).

A determinação de logística reversa por meio de regulamento deve ser submetida a análise de viabilidade técnica e econômica pelo Comitê Orientador, consulta pública e após, o Poder Público edita e publica o decreto correspondente (BRASIL, 2010b). Em âmbito nacional este instrumento foi utilizado para a logística dos medicamentos, pneus, pilhas e baterias.

O termo de compromisso é celebrado entre o Poder Público e a cadeia produtiva, quando não houver os outros instrumentos firmados na área de abrangência ou se fizer necessário fixar compromissos e metas mais exigentes. Assim como, para empresas signatárias que definirem desvincular de acordo setorial celebrado e optarem por realizar a logística reversa de forma individualizada.

Sendo válido após ser homologado pelo órgão ambiental responsável (BRASIL, 2010b; BRASIL, 2014).

Este instrumento foi utilizado, em nível nacional, para estabelecer a logística reversa das embalagens de aço. Em Minas Gerais, o termo de compromisso é o único instrumento até então utilizado. Em 2012 foi assinado o termo de compromisso para embalagens plásticas de óleo lubrificante que encontra-se vencido atualmente e em 2019 foi assinado para baterias de chumbo ácido. Encontra-se em curso o processo para oficializar o termo de compromisso dos pneus, lâmpadas, resíduos eletrônicos, pilhas e baterias portáteis (FEAM, 2020).

“Os acordos setoriais são atos de natureza contratual, firmados entre o Poder Público” (BRASIL, 2010b, Art. 19) e a cadeia produtiva. Pode ser proposto pelo Poder Público, por meio de edital de chamamento e pelo setor privado, por meio de apresentação de proposta formal ao Ministério do Meio Ambiente. Porém, podem participar de sua elaboração o Poder Público, as empresas privadas do ciclo de geração do produto e resíduo, as empresas privadas do ciclo de reutilização e reciclagem, organizações de catadores e representantes dos consumidores. Para ser aprovado, o documento precisa ser disponibilizado para consulta pública (BRASIL, 2010b). Os acordos pactuados podem ter abrangência nacional, regional, estadual e municipal, com nível de prevalência sobre abrangência geográfica.

O governo federal firmou acordo setorial para as embalagens plásticas de óleo lubrificante, lâmpadas, resíduos eletroeletrônicos, embalagens em geral e baterias de chumbo ácido (FEAM, 2020).

Na logística das pilhas e baterias, os fabricantes nacionais e importadores são responsáveis pela elaboração do plano de gerenciamento de pilhas e baterias e pela implantação do sistema de logística reversa (CONAMA, 2008). Porém, nomearam a Green Eletron como entidade gestora deste sistema de logística reversa que envolve as baterias portáteis, pilhas comuns de zinco-manganês, pilhas alcalinas e pilhas recarregáveis. Portanto, a entidade é responsável por implantar, gerir e prestar contas sobre o sistema, os fabricantes e importadores são os financiadores e os comerciantes são os parceiros para a instalação dos pontos de coleta. O custo pela instalação do ponto de coleta é do comerciante e a coleta, transporte e reciclagem é da gestora. A Agência Nacional de Transporte

Terrestre tem o entendimento que o transporte deste material não configura como carga perigosa. O desafio deste sistema é o baixo número de recicladores e a sua concentração apenas na região sudeste. O material coletado é submetido ao processo de tratamento e reciclagem que envolve trituração, processo químico e/ou térmico no qual, ao final, recupera-se os materiais que são encaminhados para a indústria (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021¹).

O regulamento que estabelece a logística reversa das pilhas e baterias não definiu metas e parâmetros para o sistema. Mas, foi adotado pela gestora, em âmbito nacional, a implantação de um ponto de coleta para cada 25.000 habitantes em cidades com população acima de 80.000 habitantes. Nos estados de Pernambuco, São Paulo e Paraná o sistema funciona de forma específica, pois a gestora firmou termo de compromisso com o poder público estadual (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021¹).

O regulamento não indica a participação de associações de catadores no processo. Desta forma, também não foi adotada a participação pela Gree Eletron. O gerador deve fazer a entrega nos estabelecimentos de venda e na rede de assistência técnica (IBAMA, 2012).

A educação ambiental não formal é feita através de material impresso fixado ou distribuído nos pontos de coleta e em postagens nas redes sociais da gestora (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021¹).

No sistema de logística reversa das baterias de chumbo ácido, que são utilizadas em automóveis, motocicletas e indústrias, a obrigação de implantação e funcionamento do sistema é das empresas envolvidas no ciclo de vida deste produto (BRASIL, 2019a). Na organização do sistema cada fabricante e importador instituiu o seu próprio sistema de logística, os distribuidores e comerciantes são parceiros para realizar a coleta (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021²). A entidade gestora IBER assumiu o papel de fiscalização, articulação, integração, organização e análise de dados, disponibilização de informações para os órgãos ambientais, elaboração e execução do plano de comunicação (BRASIL, 2019a).

¹ Green Eletron - Sistema de Logística Reversa das pilhas e baterias.

² IBER - Sistema de Logística Reversa das baterias de chumbo ácido.

O acordo tem como meta inicial atender 100% dos municípios brasileiros que comercializam baterias. Quanto ao recolhimento, a meta é gradativa e deve atingir 90% até 2023 em nível nacional e 95% até 2022 no estado de Minas Gerais. Mas, o objetivo do acordo setorial é recolher a quantidade de baterias inservíveis equivalentes às colocadas no mercado de reposição (BRASIL, 2019a; MINAS GERAIS, 2019).

Atualmente o sistema atua em todos os estados brasileiros com registro de movimentação em 80% dos municípios e captou 75% do volume comercializado em 2020. O transporte da carga é considerado como perigoso (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021²).

Dos materiais que compõem a bateria, 90% são recicláveis. Os produtos resultantes da reciclagem podem ser utilizados na fabricação de novas baterias, novos componentes plásticos, celulose e fertilizantes. A logística reversa é uma realidade neste setor, anterior ao acordo. Pois, já contava com tecnologia para a reciclagem, que transforma o resíduo em matéria-prima para produção de novas baterias. O sistema é eficiente porque os fabricantes e importadores tem interesse no material. O chumbo, matéria-prima principal, é um material caro e importado. Além disso, a matéria-prima virgem pode não oferecer a mesma qualidade do material já processado. É uma atividade viável para a indústria de bateria (BRASIL, 2019a; INFORMAÇÃO VERBAL, 2021²).

O modelo de negócio das empresas da bateria chumbo ácido apresenta características similares aos dos elementos essenciais para a transição para economia circular, o acesso a produtos como serviço por meio de pagamento de uso e o design circular (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2021).

A educação ambiental e comunicação do sistema são feitas pelas redes sociais da gestora e por meio de stand e distribuição de material informativo quando participam de feiras específicas (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021²).

A logística reversa do pneu foi instituída por resolução. Ela atribui a obrigação pela coleta e destinação adequada dos pneus inservíveis aos fabricantes e importadores. Porém, mantém a responsabilidade compartilhada de todos os envolvidos no ciclo de vida ao impor a sua integração para implantação do

² IBER - Sistema de Logística Reversa das baterias de chumbo ácido.

sistema. Para cada pneu novo colocado no mercado, um inservível precisa ser coletado (CONAMA, 2009). Entre 1999 a 2019 o sistema coletou 5,23 milhões de toneladas de pneus (RECICLANIP, 2020).

A implantação e operação do sistema de logística reversa das lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista são administradas por uma entidade gestora e financiadas pelos fabricantes e importadores destes produtos. A entidade gestora precisa, anualmente, avaliar o cronograma e metas e relatar os resultados ao Ministério do Meio Ambiente. Assim como, disponibilizar informações para o público em geral e implantar o plano de comunicação. O sistema atende geradores domiciliares e não domiciliares. O sistema não contempla ações realizadas por Estados e Municípios. Porém, possibilita a conversão de pontos de entrega instituídos por estes ao sistema de logística, por meio de instrumento jurídico próprio. A participação das associações de catadores também é possível com a celebração de contrato (BRASIL, 2014).

No sistema nacional de logística reversa dos eletroeletrônicos que atende a destinação ambientalmente adequada de equipamentos e componentes de uso doméstico existem duas gestoras responsáveis, a Green Eletron que atua com produtos de pequeno porte e a ABREE que atua com os de grande porte. Porém, apenas a Green Eletron assumiu o compromisso no acordo setorial (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021³).

Este acordo traz uma inovação em relação aos demais. Nele a entidade gestora ficou responsável pela gestão, estruturação, implementação e operação do sistema e foi criado o grupo de acompanhamento de performance que é responsável por acompanhar a execução e os resultados dos trabalhos desenvolvidos, elaborar diretrizes e propor revisão, compilar os dados e informações e apresentar o relatório anual ao Ministério do Meio Ambiente - MMA (BRASIL, 2020a).

As empresas são as financiadoras do sistema proporcionalmente à sua participação no mercado. O recurso obtido deve ser aplicado em todas as fases da operação (BRASIL, 2020a). Na prática, os custos da instalação do PEV ficou para o parceiro, dono do ponto de coleta e o recurso captado pela gestora junto

³ Green Eletron - Sistema de Logística Reversa dos eletroeletrônicos.

aos importadores e fabricantes é aplicado na coleta, transporte e reciclagem do material (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021³).

A meta do sistema para 2025 é coletar e destinar 17% dos produtos colocados no mercado no ano-base de 2018, atuar em 400 cidades brasileiras, entre elas 44 mineiras com população acima 83.800 habitantes (BRASIL, 2020a).

As associações de catadores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana podem participar do sistema, desde que legalmente acordado entre as instituições e a entidade gestora (BRASIL, 2020b).

A educação ambiental não formal é realizada com postagens nas redes sociais da gestora, nos pontos de coleta por meio da fixação e distribuição de material impresso e no sítio eletrônico www.eletroniconaoelixo.com.br (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021⁴³).

O acordo setorial de embalagens em geral tem a finalidade de implantar o sistema de logística reversa para embalagens em geral, da fração seca dos resíduos sólidos urbanos classificados como resíduos não perigosos. Neste acordo, o grupo responsável pela gestão da implantação do sistema é denominado Coalizão, que através do seu conjunto de Comitês, com atribuições específicas, promove, acompanha, monitora e avalia todo o processo (BRASIL, 2015). A logística é realizada por meio de projetos apresentados à Coalizão que são encaminhados para o Comitê Técnico para análise, aprovação e contratação (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021⁵⁴).

Os fabricantes e importadores de embalagens e de produtos comercializados em embalagens são responsáveis por financiar o sistema (BRASIL, 2015). Os distribuidores participam da atividade de comunicação e contribuem com os custos da governança do sistema e os comércios não participam da logística reversa (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021⁴).

Neste acordo o poder público é considerado parte integrante do sistema, assim como é priorizada a participação de cooperativas e associações de catadores (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021⁴).

⁴ Coalizão – Sistema de Logística Reversa das embalagens em geral

⁵ Prolata – Sistema de Logística reversa das embalagens de aço

A última meta estipulada pelo acordo foi para 2018 no qual buscava-se aumentar a capacidade de processamento de 438 cooperativas de catadores e disponibilizar 645 Pontos de Entrega Voluntária – PEV (BRASIL, 2015).

As empresas são responsáveis por desenvolver o plano de comunicação e educação ambiental (BRASIL, 2015). No sistema a educação ambiental acontece em três níveis de comunicação: no projeto local contratado pelo Comitê da Coalizão; nos projetos realizados de forma independente pelas empresas associadas e por meio do movimento ‘Separe. Não pare.’ (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021⁴).

O sistema de logística reversa das embalagens de aço contempla as embalagens de alimentos, tintas, desodorantes, balas, alimentos para cães e gatos oriundos dos resíduos sólidos urbanos, desde que, classificadas como resíduos não perigosos (BRASIL, 2018; INFORMAÇÃO VERBAL, 2021⁵).

Ele é gerido pela Prolata que tem a função de avaliar e monitorar o sistema, viabilizar a captação dos materiais, dar suporte aos associados no desenvolvimento das ações, fomentar centros de reciclagem, estimular a reciclagem, representar seus associados perante os órgãos ambientais, coletar, organizar e apresentar dados estatísticos anualmente, implantar o plano de comunicação e educação ambiental (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021⁵). A responsabilidade pela execução das ações para implantar o sistema e seu financiamento é dos fabricantes (BRASIL, 2018) que definiram criar sistemas individuais e alguns são integrados à entidade gestora. A participação dos distribuidores e comerciantes é ínfima (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021⁵).

A fase 1 encerra em 2021 e tem como meta o recolhimento de 148,7 ton/dia de embalagens de aço pós-consumo e implantação em algumas capitais brasileiras, incluindo Belo Horizonte (BRASIL, 2018).

A educação ambiental não formal é realizada por meio de postagens nas redes sociais da gestora e em Mato Grosso e Baixada Santista realizaram a distribuição de panfletos informativos porta a porta. Na educação formal realizou a formação de educadores de escolas por meio de webinars e grupos de discussão no ambiente online (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021⁵).

⁵ Prolata – Sistema de Logística reversa das embalagens de aço

Entre os instrumentos firmados, apenas o acordo setorial de embalagens em geral e o termo de compromisso de embalagens de aço consideram que o resíduo sólido urbano é a fonte dos resíduos em questão e incluem o poder público como ator no sistema de logística reversa (BRASIL, 2015; BRASIL, 2018).

2.2.3 Coleta seletiva

Coletar seletivamente quer dizer “juntar e recolher algo, segundo critérios definidos” (HOUAISS, 2001). Esses critérios podem ser a constituição ou a composição do material (BRASIL, 2010b). Portanto, o sistema de logística reversa não pode acontecer sem a coleta seletiva, seja em âmbito doméstico ou nos centros de triagem.

Os métodos utilizados para separar o material são a coleta binária, tríplice e multisseletiva. Na coleta binária é realizada a segregação em resíduo sólido seco (recicláveis) e resíduo sólido úmido (orgânicos e rejeitos). É o método mais simples e aplicado em locais onde deseja aproveitar apenas os materiais recicláveis. Na coleta tríplice é realizada a separação do rejeito, orgânico e reciclável, indicado para locais onde possui a capacidade de reaproveitar o resíduo orgânico e aproveitar os materiais reciclados. Na coleta multisseletiva além de separar os rejeitos e os orgânicos, realiza também a separação dos recicláveis por tipo de material. Por este método obtém-se materiais mais limpos e com menor custo de processamento, porém é o mais caro de ser implantado, apresenta maior grau de dificuldade de ser assimilado pelas pessoas e requer um nível alto de maturidade da educação ambiental (MIRANDA, MATTOS, 2018).

Os métodos utilizados para recolher o material seletado são a coleta porta a porta e o PEV. A coleta porta a porta consiste no recolhimento do material reciclável disposto em frente ao ponto gerador por meio de veículo compactador, específico ou carroças. Oferece mais comodidade para as pessoas e resulta em maior participação no programa, porém necessita “de maior infraestrutura e apresenta custos mais elevados para coleta e transporte” (ÁVILA, GIL, 2019, p. 14330).

No PEV, o gerador precisa deslocar-se com o material separado até o local disponível para depositá-lo. Este método apresenta “riscos de vandalismo que

pode apresentar-se desde o depósito de lixo orgânico e/ou animais mortos nos coletores até na danificação e destruição dos mesmos” (ÁVILA, GIL, 2019, p. 14330) como também a retirada de materiais com maior valor econômico por pessoas que não pertencem aos programas de coleta seletiva (MIRANDA, MATTOS, 2018).

Os sistemas de coleta devem ser fáceis de usar, localizar-se em áreas acessíveis aos consumidores e a especialistas em produtos em fim de vida útil e capazes de manter a qualidade dos materiais para garantir seu aproveitamento em cascata, em diversas aplicações (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015, p. 18).

“A coleta seletiva deve fundamentar-se no tripé: tecnologia (para efetuar a coleta, separação e reciclagem), informação (para motivar o público alvo) e mercado (para absorção do material recuperado)” (LIMA, 2006, p. 31).

2.2.4 Educação ambiental crítica

No enfrentamento da crise ambiental sempre levantou-se de que forma a educação poderia ser um instrumento para sensibilizar, gerar ideias, induzir atitudes e criar valores em prol da preservação do meio ambiente (LIMA, 2009).

Ao constatar que “o processo educativo não é um processo neutro e objetivo, destituído de valores, interesses e ideologias [e que possui] relevância social por sua capacidade de reproduzir ou transformar a ordem social” (LIMA, 2009, p. 152), ela assumiu função estratégica no enfrentamento da crise ambiental.

Por meio da educação buscou-se criar condições para o ser humano compreender o contexto social, político, ambiental e econômico que o circunda; que como espécie, tem a capacidade de intervir e transformar a natureza provocando degradação ambiental e que através do exercício da cidadania o indivíduo se politiza e assume seu papel participativo na sociedade, na qual contribui para a construção da identidade coletiva, na defesa dos interesses coletivos sobre os individuais (LOUREIRO *et al*, 2009).

Na Política Nacional de Educação Ambiental entende-se por educação ambiental,

os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999, art.1).

Existem diversas metodologias de educação ambiental que devido suas características levam a resultados distintos. O paradigma ambiental tradicional baseia seu entendimento e explicação do problema ambiental na dinâmica natural do meio ambiente, desconsiderando a dinâmica social-natural (COSTA, LOUREIRO, 2015). Porém, o meio ambiente é um conjunto complexo, diverso, com relações antagônicas e complementares, muitas vezes simultâneas (GUIMARÃES, 2006 *apud* WATANABE-CARAMELLO, KAWAMURA, 2014).

Watanabe-Caramello e Kawamura (2014) defendem que para formar indivíduos capazes de refletir sobre as mudanças e riscos da sociedade em relação às questões ambientais atuais e posicionarem de forma consciente, efetiva e coerente à dimensão do problema, a educação ambiental precisa aprofundar nos conceitos de complexidade, criticidade e reflexividade.

A educação ambiental crítica difere das demais metodologias por ser caracterizada pelo conjunto de princípios norteadores “como: cidadania ambiental, participação/democracia participativa, interdisciplinaridade, socioambientalismo e sociedade sustentável” (LIMA, 2009, p. 146).

A educação ambiental crítica deve refletir “sobre a dinâmica da relação sociedade-natureza, os quais, sem esta dimensão, tornam o debate ambiental simplificado, fragmentado e despolitizado pela negação da materialidade e das contradições contidas nas relações sociais” (COSTA, LOUREIRO, 2015, p. 705).

A educação ambiental crítica e interdisciplinar traz para o debate os desafios da sociedade capitalista delineando a teoria para enfrentar a complexidade dos problemas ambientais contemporâneos em sua totalidade com enfoques sociais, políticos e culturais. “Ao se pensar na interdisciplinaridade crítica se faz condição primordial torná-la aberta ao encontro de suas possibilidades reais, pelo confronto teoria-prática, reflexão-ação, em contextos sociais determinados” (COSTA, LOUREIRO, 2015, p. 696).

A educação ambiental precisa disseminar conhecimento e informações entre as pessoas ao mesmo tempo em que as convida a entender o contexto do seu entorno e de que forma pode-se dar a sua participação na construção de soluções e/ou planejamento de ações que visem modificar gradativamente o cenário local e também global (WATANABE-CARAMELLO, KAWAMURA, 2014).

Há a necessidade de se pensar em vários tipos de sociedades sustentáveis ancoradas em modos particulares, históricos e culturais de relações com os vários ecossistemas existentes na biosfera e dos seres humanos entre si (LIMA, 2009, p.160).

Cabe ao poder público, iniciativa privada e sociedade civil executar ações voltadas para o processo educativo com enfoque na educação ambiental, em caráter formal e não-formal, dentro do seu âmbito de atuação (BRASIL, 1999).

3 ESTUDO DE CASO

Este trabalho foi fundamentado em pesquisa documental, entrevista exploratória e visita a campo e buscou diagnosticar o panorama da Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos na Região Metropolitana do Vale do Aço – RMVA, sob a perspectiva da economia circular, identificando carências e oportunidades a serem exploradas.

A pesquisa documental teve enfoque amplo para conhecer o contexto histórico, ambiental, econômico-social e urbano da RMVA e específico para obter dados operacionais da coleta e manejo dos resíduos sólidos domiciliares - RDO dos municípios referentes a geração, coleta, destinação, disposição, custo da prestação do serviço e receita obtida com a cobrança da taxa de prestação de serviço junto aos órgãos públicos municipais executivos e prestadoras do serviço. Assim como a relação de leis, decretos, planos, programas e projetos relacionados ao saneamento básico, resíduos sólidos, coleta seletiva e educação ambiental junto aos órgãos públicos municipais executivos e legislativos.

Diante da não disponibilização dos dados e informações por estas instituições, os mesmos foram solicitados para os seguintes órgãos públicos estaduais: a Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Vale do Aço - ARMVA, a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento -SEMAD e a Fundação Estadual de Meio Ambiente - FEAM. Foram realizadas também buscas no portal transparência dos poderes executivos e legislativos municipais. A partir destas bases de dados foram obtidos os dados e informações utilizados nesta pesquisa.

A entrevista exploratória teve o intuito de levantar informações importantes sobre a gestão dos resíduos sólidos, como: existência do serviço de coleta tradicional, coletiva seletiva e logística reversa; taxa de cobertura; tipo de mecanismo

utilizados; relação dos municípios com os outros atores envolvidos na gestão; conhecimento sobre os geradores do setor empresarial; principais problemas na prestação serviço; soluções planejadas e/ou executadas; educação ambiental; taxa cobrada pela prestação do serviço; recursos obtidos para implantar coleta seletiva; formação da equipe responsável pelo serviço em cada município da RMVA.

Para isso, foram realizadas reuniões com os responsáveis pelos serviços no órgão público municipal executivo. Tentou-se realizar reunião com o Promotor, responsável pelo tema no Ministério Público de Ipatinga, que tem atuado para implantar a coleta seletiva em Santana do Paraíso. Porém, não houve êxito devido à limitação imposta pela pandemia.

Também buscou-se informações sobre a gestão da logística reversa de cada sistema instituído no país junto aos representantes das gestoras dos sistemas das pilhas e baterias, pneus, lâmpadas fluorescentes, produtos eletroeletrônicos e seus componentes, baterias de chumbo ácido, embalagens de aço e embalagens em geral. Assim como, informações sobre a situação das associações e cooperativas de catadores do Brasil, com o representante da Associação Nacional de Catadores - ANCAT. Não houve êxito com os representantes da gestora do sistema de logística reversa do pneu, lâmpadas fluorescentes, eletroeletrônicos de grande porte e da ANCAT por razão desconhecida.

Na visita a campo buscou-se conhecer o espaço físico, estrutura existente, organização administrativa, caracterização social e atuação no mercado de resíduos das associações de catadores da região. A visita foi realizada na sede da Associação de Catadores de Material Reciclável de Timóteo - ASCATI, da Associação de Catadores de Material Reciclável do Vale do Aço - AMAVALE e da Cooperativa de Catadores de Material Reciclável do Vale do Aço - COOPCAVA. Não foi identificada a localização da sede da Associação de Catadores de Material Reciclável de Ipatinga - ASCARI, por isso não foi realizada a visita.

Foram realizadas visitas nos Pontos de Entrega Voluntária - PEV em Timóteo que estão implantados nos bairros Alegre, Cachoeira do Vale e Primavera.

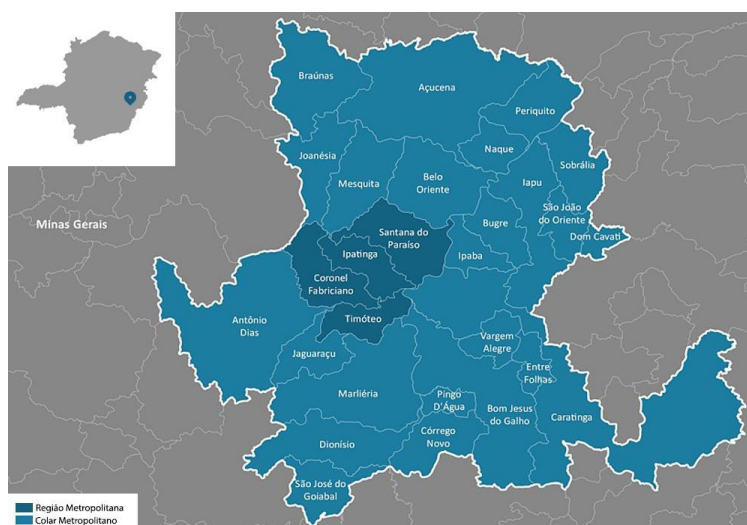
A partir da obtenção destes dados e informações foi elaborado o diagnóstico da gestão dos resíduos sólidos na RMVA com base:

- Nos princípios da gestão contemporânea e da PNRS;
- Nas integrações propostas pela PNRS;
- Na implantação do desenvolvimento sustentável baseado na economia circular.

3.1 REGIÃO METROPOLITANA DO VALE DO AÇO

A Região Metropolitana do Vale do Aço - RMVA está localizada no leste de Minas Gerais, a 200 km de Belo Horizonte, “ao longo da BR-381 que liga esta metrópole a Governador Valadares” (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1978, p.2). Faz parte da mesorregião do Vale do Rio Doce. Foi instituída pela Lei Complementar nº 51 de 30 de dezembro de 1998 e é integrada pelos municípios de Timóteo, Coronel Fabriciano, Ipatinga e Santana do Paraíso (MINAS GERAIS, 1998). O colar metropolitano da RMVA é composto por 24 municípios do entorno da região metropolitana, no qual a região possui inter-relações, sendo por isso, atingidos pelo processo de metropolização. São eles: Açucena, Antônio Dias, Belo Oriente, Bom Jesus do Galho, Braúnas, Bugre, Caratinga, Córrego Novo, Dom Cavati, Dionísio, Entre-Folhas, Iapu, Ipaba, Jaguarapu, Joanésia, Marliéria, Mesquita, Naque, Periquito, Pingo d'Água, São José do Goiabal, São João do Oriente, Sobrália e Vargem Alegre (MINAS GERAIS, 2006).

Figura 7 – Mapa da RMVA e Colar Metropolitano



Fonte: FNEM, 2020. Adaptado pela autora.

Alguns municípios como Belo Oriente e Mesquita possuem forte inter-relação com os municípios da RMVA e apresentam características que justificam a introdução destes na sua composição. Porém, como a adesão é voluntária e a “integração passa por vontade política de cada município” (VASCONCELOS, 2014, p. 55), ficaram no colar metropolitano.

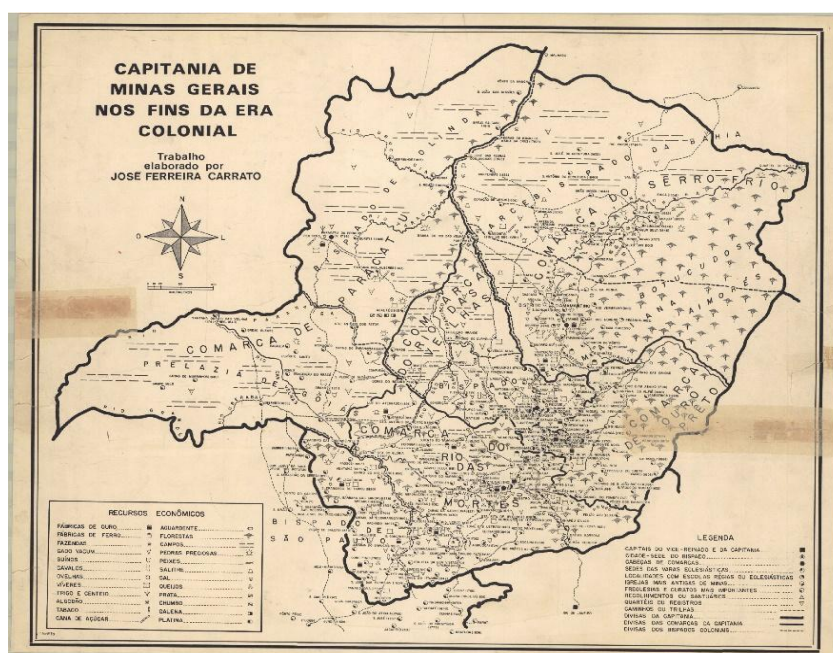
3.1.1 Contexto histórico e ambiental

Por não descobrir riquezas minerais nas incursões oficiais realizadas pelos portugueses no século XVI, as tentativas de ocupar a região do Vale do Rio Doce foram frustradas. Devido ao relevo montanhoso e a densa vegetação, a região foi chamada pelos portugueses de Vale Verde (BARBOSA, 2010).

No século XVIII, apesar da proximidade com a região aurífera, o Vale Verde permaneceu praticamente inabitado durante a corrida do ouro. O leste da Capitania Mineira foi classificado como área proibida pela Coroa Portuguesa. Ela utilizou do misticismo das florestas existente no consciente coletivo e na estereotipação dos indígenas nativos, os Krenak, como seres violentos e de hábitos antropofágicos para coibir a ocupação e a abertura de caminhos para as regiões mineradoras (TIMÓTEO, 2008; SÁ, 2014; BARBOSA, 2010). Porém, o objetivo real “era impedir o contrabando da produção das minas de ouro e diamante” (SÁ, 2014, p. 25) pelo Espírito Santo.

No século XIX, após a decadência mineral de Ouro Preto e Diamantina, a Coroa decidiu explorar alternativas econômicas e assumiu a importância do Rio Doce como ligação fluvial entre Minas Gerais e Espírito Santo. Para isso, ela estimulou os colonizadores, soldados e imigrantes a realizarem o massacre dos índios Krenak, chamados pelos portugueses de botocudos, e a ocupação da área antes proibida (figura 8). Em troca, ofereceu a posse das terras, benefícios fiscais e perdão de dívidas (TIMÓTEO, 2008; ARMVA, 2014; BARBOSA, 2010).

Figura 8 - Localização dos índios Krenak no fim da era colonial em Minas Gerais



Fonte: CARRATO, 2020.

Assim, tem-se uma ocupação sem conotação de espaço urbano, com a presença de algumas construções para moradia e outras de apoio à atividade primária, que consistia na agropecuária de subsistência (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1978). Havia terra, mas não havia infraestrutura mínima “para incentivar os assentamentos humanos” (BARBOSA, 2010, p.48).

No início do século XX, com a construção da estrada de ferro Vitória-Minas e a implantação da Companhia Siderúrgica Belgo Mineira, em João Monlevade, a região apresentou “o primeiro impulso no sentido da urbanização” (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1978, p. 3).

O primeiro a sentir esse impulso foi Coronel Fabriciano. Em 1924, com a inauguração da Estação Ferroviária do Calado, as primeiras moradias foram construídas de forma bem precária. Em 1936, a Belgo Mineira instalou um escritório “para gerenciar a exploração da madeira e a produção de carvão vegetal na região” (BARBOSA, 2010, p.49), utilizando a vegetação nativa da Mata Atlântica. Isto deu início ao grande processo de desmatamento do Vale Verde e deu destaque à região, em nível estadual, como grande produtor de carvão vegetal e exportador de madeira nobre. Vários povoados surgiram próximos aos núcleos carvoeiros, alguns são municípios que compõem o atual Colar Metropolitano. Construções de alvenaria foram erguidas, ruas e avenidas abertas e a oferta de produtos e serviços ampliada. Desta forma, Coronel Fabriciano é o primeiro município a iniciar seu processo de urbanização e

expansão do núcleo urbano, constituindo um centro de referência de serviço e comércio para as cidades adjacentes (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1978, ARMVA, 2014; BARBOSA, 2010, COSTA, SANTOS, 2002; VASCONCELOS, 2014).

Na década de 1940 o mundo estava em meio a segunda guerra mundial e o Brasil estava em período de exceção, o chamado Estado Novo. O controverso governo varguista defendia a centralização do poder e o desenvolvimento nacional. Dentro da política adotada priorizou a modernização do país com a criação de companhias nacionais e estatais para explorar os recursos nacionais e para iniciar as atividades no setor produtivo secundário (MORAES, 2019; SÁ, 2014; CAMPOS, 2019). Por isso, em 1944 foi criada e implantada em Timóteo a Companhia de Aços Especial Itabira - ACESITA, para produzir aços comuns, especiais, elétricos e inox. Hoje APERAM, a empresa é a única produtora de aço inox na América do Sul (APERAM, 2020).

Este ano também foi um marco ecológico importante para a região. O território do Vale Verde sofreu em pouco tempo uma intensa supressão da vegetação nativa pela atuação da Belgo Mineira, que funcionava à base de carvão vegetal, e pela formação e crescimento do núcleo urbano, que precisava de terreno para construir suas moradias e utilizava madeira como combustível nos fogões domiciliares (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1978; BARBOSA, 2010).

A população mundial ainda não havia despertado para os problemas ambientais. Mas, na região já existia a preocupação de preservar o patrimônio natural presente. Por isso, na extensão de 35.976 hectares que compreende atualmente os territórios de Timóteo, Marliéria e Dionísio foi instituído o PERD (figura 9).

O Parque Estadual do Rio Doce é a primeira unidade de conservação criada no Estado de Minas Gerais e uma das primeiras do país, além de ser considerada a maior área contínua de mata atlântica preservada no Estado, detém rica biodiversidade e árvores centenárias (IEF, 2020).

Figura 9 – Vista do sistema lacustre do PERD



Fonte: Autora, 2015.

No final da década de 40 “a Belgo Mineira, dá início ao programa de reflorestamento” (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1978, p. 30) da área sobre seu domínio com mudas de eucalipto “para obtenção de carvão vegetal para seus fornos” (ARMVA, 2014, p. 43).

Os investimentos em infraestrutura continuaram. Para atender a demanda energética do núcleo em expansão foi construída em 1951 a Usina Hidrelétrica de Sá Carvalho, no Rio Piracicaba (TIMÓTEO, 2008).

Em 1956, Juscelino Kubitschek assume o governo do Brasil e adota uma política desenvolvimentista, na qual priorizou, entre outros, a industrialização do país. O objetivo era promover o desenvolvimento e substituir a importação. Para isso era preciso transformar matéria-prima em produto em solo brasileiro. A indústria de base contou com 20,4% do total de investimento no país, idealizado em seu Plano de Metas. Os outros setores prioritários eram energia e transporte que receberam 73% do total investido e demandavam por produtos/peças a base de aço (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1978; BARBOSA, 2010).

Para atender esta demanda a Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais – USIMINAS foi implantada e, conseqüentemente, houve o crescimento e desenvolvimento do então distrito de Ipatinga (CAMPOS, 2007; SILVA, 2020; SANTOS, 2002). A USIMINAS produz chapas de aço plano que atendem aos segmentos industriais automotivo, ferroviário, maquinário, naval, construção civil, agrícola, bens de capital, eletroeletrônico e utilidades domésticas (USIMINAS, 2020). Assim, o Vale Verde tornou-se o Vale do Aço.

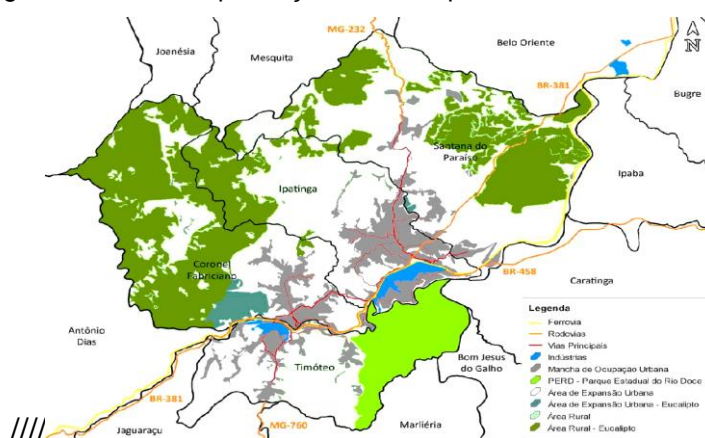
Celulose e papel eram um dos segmentos da indústria de base contemplados no Plano de Metas. As empresas brasileiras buscavam fontes alternativas ao pinheiro-do-paraná para a produção. A sua utilização era inviável devido a concentração das reservas estarem no Sul do país, o longo tempo de crescimento da planta e a forma intensiva como as madeireiras exploravam as reservas existentes. Então, descobriram na fibra do eucalipto a solução ideal e com qualidade satisfatória. Associado a isso, os incentivos fiscais aplicados em 1966 impulsionaram a expansão do cultivo de espécies exóticas, como o eucalipto, no Brasil (JUVENAL, MATTOS, 2002).

O governo Médici, em 1973, priorizou a agricultura e a exportação. “O *boom* sincronizado do capitalismo avançado intensificou a demanda mundial

por alimentos e matérias-primas industriais” (MACARINI, 2005, p. 78), ao mesmo tempo em que os preços destes commodities exibiam alta.

Diante deste cenário mundial a planta industrial da Celulose Nipo-Brasileira - CENIBRA, produtora de celulose kraft branqueada de eucalipto para exportação, foi implantada em Belo Oriente, cidade do colar metropolitano (JUVENAL, MATTOS, 2002). Porém, o cultivo de eucalipto se estende por vastas áreas dos territórios de Coronel Fabriciano, Santana do Paraíso e Ipatinga (figura 10), compreendendo 307 km² (tabela 10), ou seja, 38% do território da RMVA (ARMVA, 2014).

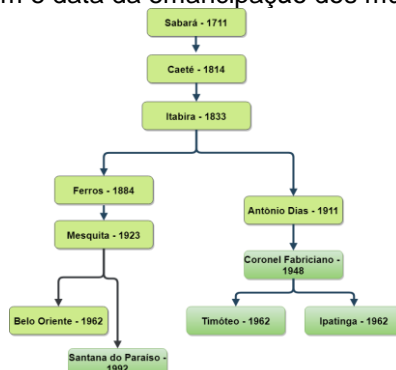
Figura 10 - Área de plantação de eucalipto da Cenibra na RMVA



Fonte: RMVA, 2014, p. 50.

Todo o território que hoje configura a RMVA pertencia a Itabira. A implantação do parque industrial alterou “significativamente o cenário de inexpressividade econômica e populacional que a região desempenhava até o início do século XX” (ARMVA, 2014, p. 99). Isto resultou na sequência de emancipações dos municípios Coronel Fabriciano, Timóteo e Ipatinga, e mais tarde, Santana do Paraíso (figura 11). A área passou a ser denominada como Aglomerado Urbano do Vale do Aço.

Figura 11 - Origem e data da emancipação dos municípios da RMVA



Fonte: PAULA, 1997. Adaptado pela autora.

Inicialmente Timóteo e Ipatinga tornaram núcleos monoindustriais. Coronel Fabriciano, com seu comércio e serviço dinâmicos e diversificados, permaneceu como referência no setor terciário. A consolidação dos primeiros induziu o desenvolvimento dos seus setores terciários. Assim, Coronel Fabriciano reduziu consideravelmente sua atuação na economia regional. Santana do Paraíso começou como extensão territorial de Ipatinga, sem atividade econômica relevante, sem planejamento e investimento industrial (COSTA, COSTA, 2000a; FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1978).

A oportunidade de emprego e a concentração de capital ocasionados pela implantação das indústrias atraiu pessoas de diversas localidades de Minas Gerais, do Brasil e do Japão para se tornarem habitantes da RMVA. Houve um alto processo de urbanização (tabela 6) e crescimento populacional (tabela 7), com índices superiores a Minas Gerais e Brasil, um dos mais acelerados do País. Os imigrantes vieram principalmente das cidades vizinhas, influenciados também pela negociação de grande quantidade de terra pelas empresas para plantio do eucalipto, no qual iniciou um grande fluxo migratório rural-urbano (COSTA, COSTA, 2000b; FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1978; ARMVA, 2014, BARBOSA, 2010).

Tabela 6 – Área da RMVA e mancha urbana, área Km²

Município	Evolução da mancha urbana				Extensão territorial total
	1979	1989	2004	2014	
Coronel Fabriciano	4,8	10,6	14,5	17,4	222,5
Ipatinga	20,6	30,7	30	43,9	164,8
Santana do Paraíso	-	2,0	8,4	14,2	276,0
Timóteo	4,8	7,2	15,9	17,7	144,3
RMVA	30,2	50,5	76,9	93,3	806,5

Fonte: ARMVA, 2014. Adaptado pela autora.

Tabela 7 – Crescimento populacional na RMVA

MUNICÍPIO	1950	1960	1970	1980	1991	2000	2010
Coronel Fabriciano	7.821	16.949	41.120	75.709	87.439	97.451	103.797
Ipatinga	2.552	9.114	47.882	150.322	180.069	212.496	239.177
Santana do Paraíso	-	-	-	-	-	18.155	27.258
Timóteo	11.813	22.938	32.760	50.607	58.298	71.478	81.119

Fonte: IBGE (apud ARMVA, 2014). Adaptado pela autora.

A maior parte do excedente migratório que não foi absorvida pelas indústrias e não podia morar nos bairros construídos para os funcionários, como alternativa, buscaram oportunidades no setor terciário e fixaram moradia em Coronel Fabriciano e nas áreas periféricas de Timóteo e Ipatinga. Este processo resultou

em um tecido urbano com diferenças sócio espaciais consideráveis, com o núcleo central das cidades industriais dotados de planejamento e de infraestrutura e a periferia ocupada de forma irregular e espontânea (COSTA, COSTA, 2000b; FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1978; ARMVA, 2014, BARBOSA, 2010).

Coronel Fabriciano, sem nenhum planejamento e investimento industrial e ainda com a especulação imobiliária exercida pela Belgo Mineira, cresceu em todo o território, de forma irregular e espontânea, com “um traçado típico de cidades coloniais, ou seja, ruas estreitas e passeios quase inexistentes (VASCONCELOS, 2014, p. 79). Nas extremidades da região estavam dois municípios com infraestrutura e oportunidades de crescimento. No centro, um município com população mais pobre, com menos oferta de trabalho, cultura e lazer (COSTA, COSTA, 2000a; FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1978; ARMVA, 2014; BARBOSA, 2010, VASCONCELOS, 2014).

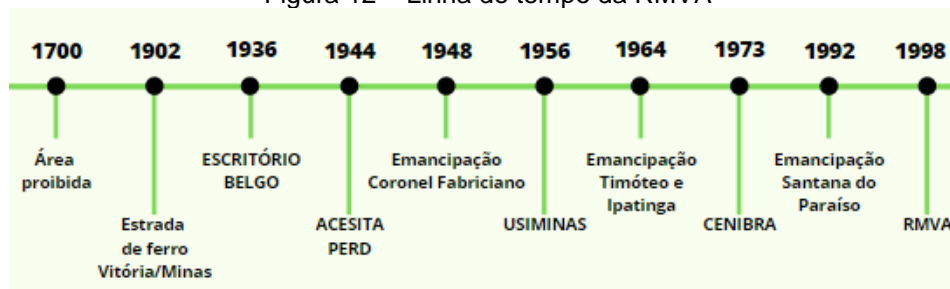
“Todas as atenções se voltavam para a promoção de desenvolvimento econômico. Neste contexto, os aspectos críticos ambientais e sociais do Vale do Aço tinham pouco peso nas decisões principais” (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1978, p. 9)

A região foi escolhida para implantar as indústrias devido à proximidade com as minas de minério de ferro do quadrilátero ferrífero; pela ligação por meio da estrada de ferro com a fonte de matéria-prima do quadrilátero ferrífero e o mercado consumidor no Porto de Espírito Santo; pela existência de terrenos planos, extensas áreas de mata e abundância de recurso hídrico, do Rio Piracicaba e Rio Doce (TIMÓTEO, 2008; CAMPOS, 2019). O intuito era consolidá-la como “polo de desenvolvimento complementar à Região Metropolitana de Belo Horizonte” (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1978, p. s/n).

Desta forma, a vocação econômica da RMVA foi estabelecida. Sua matriz produtiva alicerçada na indústria de base especializada em siderurgia consolidou como importante parque siderúrgico nacional que fornece aço, aço inox, produtos metal-mecânicos e celulose para o mercado nacional e internacional (ARMVA, 2014; FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1978; COSTA, SANTOS, 2002).

Assim, a Região Metropolitana do Vale do Aço foi instituída em 1998.

Figura 12 – Linha do tempo da RMVA



Fonte: Autora, 2021.

3.1.2 Desenvolvimento

A USIMINAS e a CENIBRA eram empresas estatais do tipo *joint venture* binacional, com investimento estatal brasileiro e privado japonês. A ACESITA iniciou suas atividades como empresa nacional privada e depois, transformou-se em estatal. O Governo Collor adotou o Plano de Privatizações de empresas estatais em 1990. A USIMINAS foi a primeira empresa estatal brasileira a ser privatizada em 1991. A ACESITA foi privatizada em 1992 e a CENIBRA, empresa subsidiária da Vale do Rio Doce, em 1997 (JUVENAL, 2002; TANURE, CANÇADO, HÉAU, 2007, MORAIS, 1997).

Com as emancipações, as empresas já haviam transferido a administração do município para o governo local instituído e com as privatizações, o modelo de gestão adotado pelas empresas interferiu profundamente na relação empresa/comunidade local (ARMVA, 20014; FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1978; BARBOSA, 2010) e provocou impactos em cadeia na região.

Sob controle privado internacional as empresas adotaram o processo de reestruturação e modernização produtiva focado em eficiência, produtividade, redução de custos, melhoria tecnológica e competitividade internacional. Isto resultou, entre outros, “na debilitação do papel do Estado nacional enquanto planejador e indutor do desenvolvimento” (COSTA, COSTA, 2000b), na redução da força de trabalho, no aumento do desemprego na região e na exportação de grande percentual da receita gerada no território da RMVA para os países sedes das empresas transnacionais detentoras do controle acionário (TANURE, CANÇADO, HÉAU, 2007; COSTA, SANTOS, 2002; COSTA, COSTA, 2000a).

Neste cenário globalizado, o poder local concedido aos municípios brasileiros pela Constituição Federal os torna agentes de desenvolvimento capazes de transformar suas sociedades de forma positiva (ULTRAMARI, DUARTE, 2009).

A diversificação econômica sempre esteve em pauta no planejamento de desenvolvimento econômico da região. A princípio, relacionada à siderurgia com foco na indústria metal-mecânica, no qual buscou “maior competitividade no mercado nacional” (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1978, p. 10). Com as privatizações e as crises mundiais no mercado do aço ficou perceptível a necessidade de reduzir a dependência econômica em apenas um setor. Por isso, novas vocações começaram a ser trabalhadas, principalmente no setor de serviços (ARMVA, 2014; COSTA, SANTOS, 2002; COSTA, COSTA, 2000b).

A diversificação na agropecuária é restrita devido ao predomínio da cultura extensiva do eucalipto em grande parte do território rural. A mão de obra utilizada nesta cultura é muito reduzida e isso, conseqüentemente, interfere na fixação da população na zona rural (VASCONCELOS, 2014).

Em 2017, a atividade econômica que apresentou melhor desempenho no PIB da região foi o setor de serviços com 47,08%, seguido pela indústria com 37,66% e a agropecuária com 0,13% (tabela 6).

A RMVA foi responsável por 2,57% do PIB do estado de Minas Gerais. Ipatinga gerou 65,76% do PIB da região (tabela 8) e ficou em sétimo lugar no ranking de maiores PIB de Minas Gerais e em oitavo lugar no valor adicionado na atividade de serviços. Timóteo ficou em terceiro e Belo Oriente em oitavo lugar no ranking de municípios onde a indústria de transformação foi a atividade de maior valor adicionado bruto. Belo Oriente ficou em décimo segundo lugar no ranking de maior PIB per capita, com R\$ 78.972,00 (FJP, 2019).

Tabela 8 – PIB e atividade econômica na RMVA (R\$ mil) em 2017

PIB	Coronel Fabriciano	Ipatinga	Santana do Paraíso	Timóteo	RMVA	MG
<i>Per capita*</i>	14.942,92	36.993,39	14.932,67	32.349,07	24.804,51	27.558,00
Agropecuária	7.074,80	943,39	7.831,18	871,48	16.720,85	28.711.500,0
Indústria	137.110,34	3.497.132,52	84.165,83	1.176.007,24	4.894.415,93	128.376.600,0
Serviço	945.780,88	3.983.805,76	212.536,80	976.390,25	6.118.513,69	347.811.000,0
PIB total	1.500.816,58	8.546.317,34	432.014,58	2.517.077,83	12.996.226,33	504.899.000,0

*PIB per capita sem alteração.

Fonte: IBGE, 2020a. Adaptado pela autora.

Coronel Fabriciano e Santana do Paraíso não estão em posição de destaque na economia mineira e apresentam os menores desempenhos da RMVA.

Coronel Fabriciano está no grupo de 108 municípios brasileiros chamado G100. Estes municípios apresentam “grande contingente populacional, elevada

vulnerabilidade socioeconômica e baixa receita tributária” (FNP, 2018, p. 30). Isto retrata “a posição de desvantagem de Coronel Fabriciano frente a seus vizinhos industriais” (COSTA, COSTA, 2000b, p. 1063), no qual, “velhas diferenças vão se superpondo novas em um complexo e dinâmico processo [...] que expressam fragmentos de exclusão socioeconômica ou particularidades” (COSTA, COSTA, 2000a, p. 9).

Santana do Paraíso atualmente tem apresentado desenvolvimento dos setores produtivos e crescimento econômico, com a instalação de diversas empresas. Além disso, oferece serviços relevantes para toda a RMVA, pois é onde está implantado o aeroporto e o aterro sanitário regional (VASCONCELOS, 2014).

A região possui importantes instituições como o Sistema Fiemg e Sebrae; várias unidades das principais instituições bancárias; diversidade de concessionárias; instituições de ensino técnico profissionalizante e superior pública e privada; vários serviços especializados de saúde, inclusive hospitalar; importantes equipamentos de serviço público das três esferas governamentais (ARMVA, 2014). Esta condição é convergente para o desenvolvimento de Arranjos Produtivos Locais – APL’s que caracteriza pela aglomeração de empresas, geralmente micro e pequena, interdependentes em um território

normalmente fomentadas por instituições públicas, com apoio de instituições científicas e acadêmicas, e o bom desempenho econômico destas só é possível pela estreita relação que se cria entre os participantes: empresas, governo e instituições de pesquisa (ULTRAMARI, DUARTE, 2009, p.89).

O censo do IBGE de 2010 contabilizou 451.670 habitantes na RMVA, sendo 445.738 na área urbana e 5.932 na área rural (tabela 9). Na RMVA e colar metropolitano são 715.702 habitantes (IBGE, 2020a).

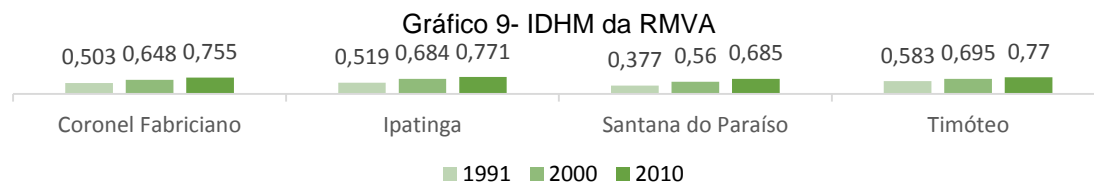
Tabela 9 – População rural e urbana da RMVA em 2010

Municípios	População		
	Rural	Urbano	Total
Coronel Fabriciano	1.299	102.395	103.694
Ipatinga	2.500	236.968	239.468
Santana do Paraíso	2.014	25.251	27.265
Timóteo	119	81.124	81.243
RMVA	5.932	445.738	451.670

Fonte: IBGE, 2020a. Adaptado pela autora.

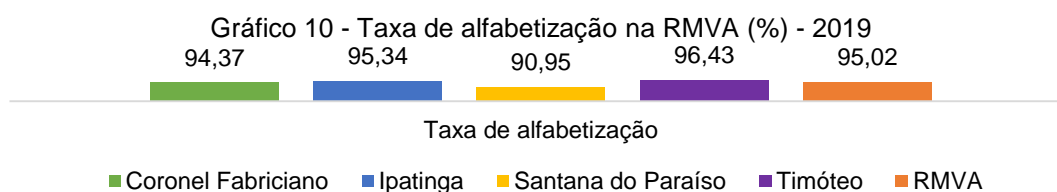
Associado ao crescimento demográfico exponencial (tabela 7) houve evolução positiva do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM nos

municípios. Coronel Fabriciano, Ipatinga e Timóteo apresentaram índices superiores à média de Minas Gerais, 0,731. Santana do Paraíso, apesar da evolução, apresentou o menor índice da região e abaixo da média nacional que foi de 0,699 em 2010 (gráfico 9) (IBGE, 2020a).

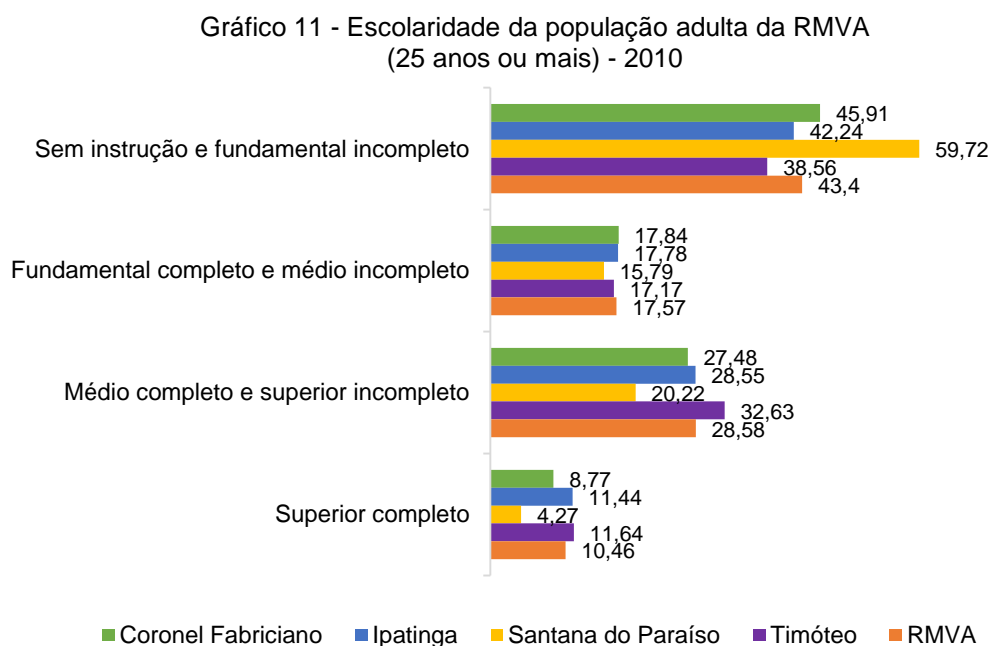


Fonte: SEBRAEMG, 2020. Adaptado pela autora.

Na educação, Timóteo destaca entre os municípios da RMVA. Apresentou a maior taxa de alfabetização (gráfico 10) e os maiores índices de escolaridade do ensino médio completo, superior incompleto e superior completo (gráfico 11). Santana do Paraíso apresentou a menor taxa de alfabetização da região (gráfico 10) e mais de 50% da população não possui instrução ou possui fundamental incompleto (gráfico 11).

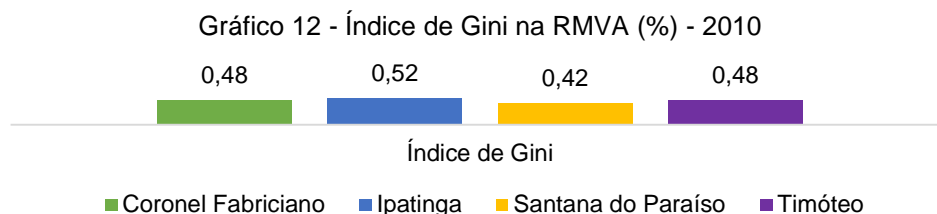


Fonte: SEBRAEMG, 2020. Adaptado pela autora.



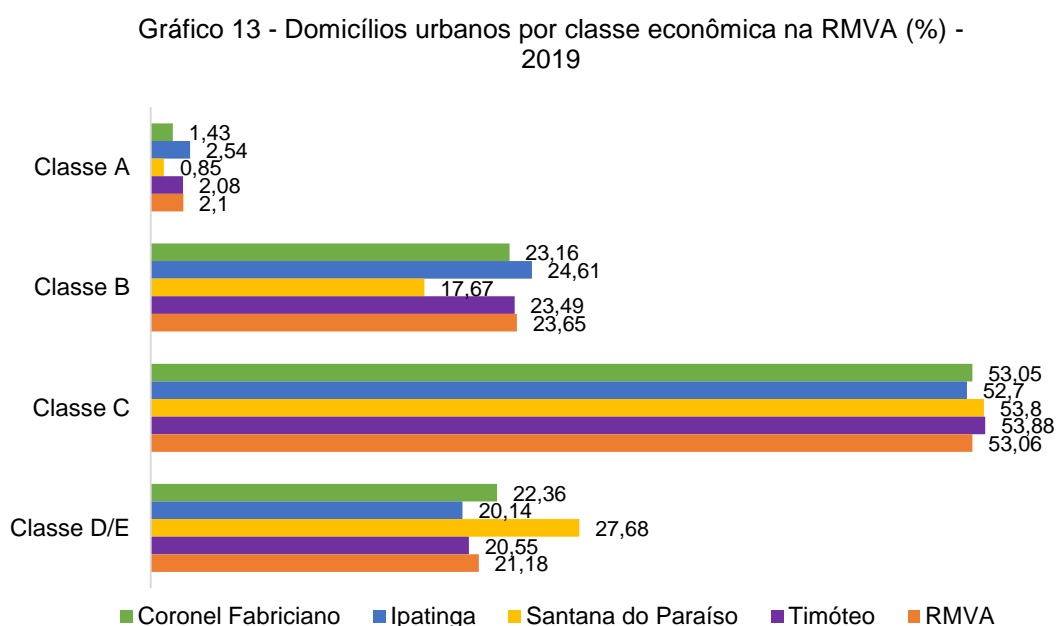
Fonte: SEBRAEMG, 2020. Adaptado pela autora.

O Índice de Gini demonstra o nível de desigualdade de renda. Santana do Paraíso apresentou menor desigualdade de renda e Ipatinga apresentou o maior índice de desigualdade (gráfico 12), porém abaixo dos índices do Brasil que foi de 0,53% e de Minas Gerais que foi 0,56% em 2010.



Fonte: SEBRAEMG, 2020. Adaptado pela autora

A classe econômica predominante na RMVA é a classe C seguida pelas classes B e D/E, exceto em Santana do Paraíso, no qual a classe D/E apresenta índice mais elevado que a classe B (gráfico 13).



Fonte: SEBRAEMG, 2020. Adaptado pela autora

“Um município com melhores indicadores na área social sugere maior competitividade, sobretudo em qualidade de mão de obra e na relação com a imagem de empresas localizadas em seu território (ULTRAMARI, DUARTE, 2009, p. 23).

3.1.3 Espaço urbano

Em 2010, a região apresentou grau de urbanização de 98,69% com população predominantemente urbana (tabela 9). A área rural representa 62,5% do território

metropolitano (tabela 9), constituída em sua quase totalidade por Unidades de Conservação e a outra parte por plantação de eucalipto (ARMVA, 2014).

A área urbana da RMVA ocupa 11,6% do território e possui 22,2% de área para expansão. Ipatinga concentra 47% da área urbana, enquanto que Santana do Paraíso possui 31,64% de área para expansão (tabela 10). A expansão do espaço urbano da região ocorre internamente, em menor escala, por meio da incorporação de novas áreas da zona rural e externamente, em maior escala, pela transposição dos limites político-administrativos em direção às cidades do Colar Metropolitano, com a fusão dos seus tecidos urbanos (ARMVA, 2014; UGALDE, 2013). Isto acontece devido à supervalorização do espaço urbano na RMVA, ao relevo acidentado, à especulação imobiliária, à grande área em domínio das empresas e de cultivo do eucalipto (ARMVA, 2014; VASCONCELOS, 2014).

Tabela 10 – Áreas da RMVA em Km²

	Coronel Fabriciano	Ipatinga	Santana do Paraíso	Timóteo	RMVA
	Área	Área	Área	Área	Área
Área total	222,5	164,8	276,0	144,3	806,5
Perímetro Urbano	63,4	76,3	70,7	50,9	261,5
Área Urbana	17,4	43,9	14,2	17,7	93,3
Área de Expansão Urbana	46,3	39,5	56,6	36,4	179,0
Área Rural (inclui PERD)	157,8	88,4	205,3	93,3	545,0
Área de Eucalipto	133,8	32,7	140,8	-	307,3
PERD	-	-	-	53,2	53,2
Mata Atlântica	7,8	6,0	10,2	62,9	87,0

Fonte: ARMVA, 2014. Adaptado pela autora.

A maior proximidade dos novos residenciais implantados com os centros dos municípios da RMVA do que com os centros dos municípios no qual pertencem, aliado à variedade de oferta de serviços, faz com que a população desloque até a RMVA para usufruir deles (VASCONCELOS, 2014).

A metropolização da região caracteriza-se pela pendularidade, conurbação e organização policêntrica. Pendularidade é o deslocamento diário entre municípios, sem a transferência ou fixação definitiva e ocorre, principalmente, em função das relações de trabalho, estudo, moradia, serviço e comércio. A conurbação entre municípios da RMVA ocorreu no primeiro momento, em razão da ocupação dos espaços ao longo dos eixos Rio Piracicaba, estrada de ferro Vitória/Minas e BR 381, por moradias e atividades econômicas. Na atualidade,

ocorre entre os municípios da RMVA e do Colar Metropolitano, através do espraiamento que é caracterizado pela horizontalidade do crescimento do tecido urbano com pouca densidade populacional e presença de vazios (ARMVA, 2014; UGALDE, 2013; VASCONCELOS, 2012, BARBOSA, 2010).

3.2 GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA REGIÃO METROPOLITANA DO VALE DO AÇO

O resíduo é classificado conforme sua origem (figura 13). O resíduo sólido urbano - RSU engloba os resíduos domiciliares - RDO e os resíduos de limpeza urbana - RLU (BRASIL, 2010a). O resíduo, objeto de estudo deste trabalho é o RDO.

Figura 13- Classificação dos resíduos sólidos conforme PNRS



Fonte: BRASIL, 2010a. Adaptado pela autora.

Todos os municípios da RMVA fizeram seus Planos de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos - PGIRS inseridos no Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB. Eles compartilham o mesmo local para disposição final dos resíduos sólidos urbanos, o aterro sanitário implantado em Santana do Paraíso, gerido e operado pela empresa Vital Engenharia Ambiental S.A (figura 14). O aterro iniciou operação em 2003 e possui capacidade total para 3.354.655 m³ de material depositado, aproximadamente 2,11 milhões de toneladas e com previsão de vida útil até 2025. Está licenciado para receber resíduos sólidos urbanos, da saúde, da construção civil e industrial (SCS ENGINEERS, 2011).

Figura 14 - Aterro sanitário em Santana do Paraíso



Fonte: SCS ENGINEERS, 2011.

Em 2011, a FEAM analisou a viabilidade de utilizar o gás gerado na decomposição dos materiais no aterro sanitário por meio do uso direto, da geração de energia e da queima associada a venda de crédito de carbono. Constatou que o aterro sanitário possui “combustível suficiente para operar uma usina elétrica de 1,0 MW de 2014 até 2029”, o que considerou economicamente inviável pelo investimento necessário e o valor de venda da energia. A utilização direta do gás é viável se for feita por empresas bem próximas ao aterro. A queima direta mostrou ser uma alternativa com menor valor de investimento (SCS ENGINEERS, 2011).

Com investimento de R\$ 6 milhões, a usina foi implantada e está em operação desde de 2020, com o modelo de geração distribuída. O objetivo é fornecer energia para consumidores de pequeno porte, além da possibilidade de vender créditos de carbono para o mercado de carbono (CAMPOS, 2020).

A usina solar de Tauá instalada no sertão do Ceará, que também gera 1MW, tem a capacidade de fornecer energia para 650 habitações populares (PORTAL SOLAR, 2021).

Os únicos sistemas de logística reversa que possuem alguma atividade na RMVA são o do pneu e da bateria de chumbo ácido (FEAM, 2020).

Na declaração anual de informações sobre a gestão dos resíduos sólidos feita pelos municípios no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, foi identificada a situação apresentada na tabela 11.

Tabela 11 - Identificação de quesitos declarados no SNIS

	MUNICÍPIO	2013	2014	2015	2016	2017
PLANO DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS	Timóteo	N	N/I	N/I	S	N/I
	Coronel Fabriciano	N	N/I	N/I	N	N
	Ipatinga	N	N/I	N/I	S	S
	Santana Paraíso	N	N/I	N/I	N	N
COLETA RDO	Timóteo	S	S	S	S	N/I
	Coronel Fabriciano	S	S	S	S	S
	Ipatinga	S	S	N/I	S	S
	Santana Paraíso	S	S	S	S	S
COLETA SELETIVA	Timóteo	S	S	S	S	N/I
	Coronel Fabriciano	N	S	S	N	N
	Ipatinga	N	N	N/I	N	N
	Santana Paraíso	N	N	N	N	N
USO DE BALANÇA	Timóteo	S	N	N	S	N/I
	Coronel Fabriciano	S	S	S	S	S
	Ipatinga	S	S	N/I	S	S
	Santana Paraíso	S	S	S	S	S

Fonte: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017. Adaptado pela autora.

LEGENDA: S – Sim **N** – Não **NI** – não informado

A declaração não é obrigatória. A inserção de informações no sistema são autodeclaratórias e sem a necessidade de anexação de documentos, relatórios, notas fiscais ou qualquer outra fonte documental (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021⁷).

3.2.1 Coronel Fabriciano

A população estimada de Coronel Fabriciano em 2020 foi de 110.290 habitantes (IBGE, 2020a). A coleta do resíduo domiciliar é realizada porta a porta em 100% da área urbana e 64,5% da rural (ENGEORPS, 2016).

A Secretaria de Governança da Obras e do Serviço Urbano é responsável pelo serviço de limpeza urbana, no qual a Gerência de Limpeza Urbana é responsável por fiscalizar as empresas prestadoras de serviço de coleta e disposição de resíduos sólidos urbanos. A equipe possui 3 funcionárias com formações em engenharia ambiental, engenharia civil e administração. O trabalho de coleta seletiva por meio da associação de catadores estava sob responsabilidade da Secretaria de Governança Desenvolvimento Econômico até 2019. Após alteração no quadro de servidores, a coordenação relacionada deixou de existir. Atualmente não há no município setor responsável por trabalhos nesta área e o convênio entre município e a associação foi encerrado (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021⁶).

O PMSB foi instituído em 2017, assim como o Sistema Municipal de Informações em Saneamento Básico que classifica as informações como públicas e acessíveis a todos. Por esta lei, o município está autorizado a criar o Comitê Técnico Permanente, composto apenas por membros do órgão público municipal, representantes das secretarias que tem relação com saneamento básico e com a função de planejar as ações para implementar o plano. Não há qualquer tipo de referência sobre a responsabilidade compartilhada do cidadão (CORONEL FABRICIANO, 2017).

Um dos produtos entregues pela empresa contratada para realizar o PMSB foi o software de Sistema de Informação Municipal de Saneamento Básico com os

⁷ Prefeitura de Ipatinga

⁶ Prefeitura de Coronel Fabriciano.

dados coletados durante o levantamento e passível de inserir novos dados, o que pode contribuir para a gestão municipal se ele for utilizado.

Em 2018, foi criado o Conselho Municipal de Saneamento Básico – COMSAB e o Fundo Municipal de Saneamento. Os recursos do fundo são para aplicação exclusiva no saneamento básico, com o objetivo de custear as ações e projetos aprovados no plano municipal (CORONEL FABRICIANO, 2018).

A coleta do RSU é realizado pela empresa Vina Equipamentos e Construções Ltda. O contrato de prestação de serviço de limpeza urbana celebrado entre a empresa e a prefeitura em 2018, com vigência de 12 meses e valor global de R\$ 16.079.865,36 compreende os seguintes serviços:

- Coleta manual e mecanizada de resíduo domiciliar e comercial com uso de caminhões compactadores, capacidade mínima de 15 metros cúbicos, dotados de lifter e fornecimento de containers de PEAD capacidade de 240 e 1000 litros;
- Coleta domiciliar e comercial com uso de caminhões basculantes em áreas de difícil acesso;
- Coleta seletiva;
- Varrição manual de vias e logradouros públicos e fornecimento de lixeiras de PEAD de 40 litros;
- Varrição mecanizada de vias e logradouros públicos com utilização de varredeira auto propelida com capacidade mínima de 4 metros cúbicos;
- Fornecimento de equipe multitarefa para capina e roçada manual, incluindo limpeza e conservação de praças, canteiros centrais de vias e áreas ajardinadas;
- Capinação e roçada mecanizada de vias e logradouros públicos;
- Execução de limpeza manual e mecanizada de córregos;
- Limpeza, manutenção e higienização de containers 240 litros e 1000 litros e lixeiras de 40 litros;
- Equipe Permanente de educação ambiental;
- Pintura manual de meio fio;
- Coleta e Transporte de entulhos da construção civil na área urbana e administração e manutenção dos ecopontos instalados na área urbana da cidade;
- Operação, manutenção e monitoramento do aterro municipal para destinação de entulho da construção civil;
- Administração local (CORONEL FABRICIANO, 2018, p. 01).

O custo de coleta, educação ambiental e administração local somam R\$5.348.497,20, ou seja 33,26% do valor global do serviço e entre estes serviços, a coleta dos resíduos é que apresenta o maior índice do custo.

Com base nos valores de pagamento mensal e global relacionados no portal transparência referentes a 2020 foi realizado o cálculo proporcional de 33,26% para obter a estimativa do custo de coleta, educação ambiental e administração local para este ano que resultou no montante de R\$ 3.816.626,81 (CORONEL FABRICIANO, 2021a).

O material coletado é encaminhado diretamente para o aterro sanitário que fica a aproximadamente 22 km do centro de Coronel Fabriciano, não existe estação de transbordo no município (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021⁶).

No contrato que teve vigência até 07/09/2020 o serviço de disposição custou ao município R\$ 79,42 por tonelada, a partir do novo contrato passou a custar R\$ 81,29 por tonelada (CORONEL FABRICIANO, 2020). O valor global do serviço em 2020 foi de R\$ 1.673.735,51 (CORONEL FABRICIANO, 2021b), o volume total disposto foi de 22.700,72 toneladas e média mensal de 1.891,73 ton/mês (tabela 12) (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021⁶).

Tabela 12 – Estimativa do custo da coleta e disposição de RDO em Coronel Fabriciano em 2020

POPULAÇÃO: 110.290 habitantes			
Resíduo gerado: 22.700,72 t/ano		Geração per capita: 0,57kg/hab/dia	
SERVIÇOS	VALOR GLOBAL	VALOR TON.	VALOR POR HAB./ANO
Coleta do lixo	R\$3.816.626,81	R\$ 168,13	R\$ 34,61
Disposição em aterro	R\$ 1.673.735,51	R\$ 81,29	R\$ 15,17
TOTAL	R\$ 5.578.245,40	R\$ 253,29	R\$ 50,57

Fonte: CORONEL FABRICIANO, 2018; 2020; 2021b; IBGE, 2020. Adaptado pela autora.

A prefeitura cobra anualmente do munícipe a taxa de coleta de lixo junto ao boleto do IPTU. Esta taxa é utilizada para o pagamento de mão de obra; encargos sociais; combustíveis e lubrificantes consumidos nos veículos utilizados na execução dos serviços; manutenção de imóveis, máquinas e equipamentos utilizados no serviço, inclusive o aterro sanitário (CORONEL FABRICIANO, 2008).

O código tributário define como parâmetros o tipo de uso do imóvel, se é edificado ou não, a sua área e a quantidade de unidades fiscais específicas (CORONEL FABRICIANO, 2008). Em 2020, com base nesses parâmetros e com o valor da unidade padrão fiscal do município em R\$ 2,53 (CORONEL FABRICIANO, 2020), o valor das taxas ficou conforme a tabela 13.

Tabela 13 - Valor da taxa de coleta de lixo de Coronel Fabriciano em 2020

TIPO DE USO	MÍNIMO	MÁXIMA
Residencial	R\$ 37,95	R\$ 354,20
Não residencial	R\$ 37,95	R\$ 708,40
Imóvel não edificado	R\$ 25,30	R\$ 75,90

Fonte: CORONEL FABRICIANO, 2008; 2020. Adaptado pela autora.

⁶ Prefeitura de Coronel Fabriciano

A arrecadação do município no período foi de R\$ 2.469.228,84, ou seja 44,26% do valor do serviço de coleta e disposição do RDO.

Em 2007, foi instituída a separação dos materiais recicláveis no setor público e definida a destinação do material coletado para a associação de catadores, na qual a comissão gestora formada por representantes de algumas secretarias municipais seria responsável pela gestão dos trabalhos e por providenciar os recipientes necessários (CORONEL FABRICIANO 2007; 2009). Porém, a ação não consolidou.

Em 2013, foi instituído o Programa de Coleta Seletiva e Reciclagem de Lixo que atribuiu a coordenação das atividades, implantação, operação, fiscalização, monitoramento e educação ambiental ao setor de Meio Ambiente. Estabeleceu que as ações deveriam ser implantadas por meio da cooperação entre as empresas atuantes no município, públicas e privadas. Definiu que o material coletado seria direcionado para as associações de catadores que estivessem legalmente estabelecidas, com convênio celebrado com o município e cuja atividade gerassem benefícios sociais, ambientais e econômicos (CORONEL FABRICIANO, 2003).

Existe no município a Associação de Catadores de Materiais Recicláveis Nova Vida que foi fundada em 2001 (ENGEORPS, 2016). Porém, a falta de estrutura, o desenvolvimento de ações de estímulo e envolvimento efetivo dos catadores associados os deixam em situação vulnerável e sem perspectivas de condições melhores. Enquanto isso, os catadores independentes recolhem os materiais pela cidade e vendem para empresas que trabalham com a venda de resíduos (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021⁶).

Consta no planejamento do plano de saneamento básico, realizado em 2016, a identificação da ineficiência da coleta seletiva que recuperava apenas 20% do material e a necessidade de investimento para estruturar o serviço no município. O objetivo era chegar aos 70% de material reciclável coletado até 2035. Para isso, foram relacionadas intervenções para aumentar o índice de coleta seletiva, ampliação do reaproveitamento dos RSU, elaboração do PGIRS, conscientização sobre a coleta seletiva. O investimento seria em torno de R\$ 6 milhões. Específico na área rural, foi definido a implantação de medidas de

⁶ Prefeitura de Coronel Fabriciano

educação ambiental para o manejo e destinação dos resíduos rurais e a aquisição de áreas para implantar alguns PEV's (ENGEORPS, 2016).

A educação ambiental acontece de forma pontual em eventos e datas comemorativas. Foi identificado no município apenas uma lei tratando diretamente sobre o tema que autoriza o município a criar o Programa de Educação Ambiental e de Limpeza Urbana e define a administração municipal apenas como incentivadora do programa (CORONEL FABRICIANO, 1999).

Em busca de melhorar a forma como o lixo era disposto nas avenidas principais em 2011 foi expresso em lei a proibição de descarte do lixo domiciliar e a fixação de lixeiras nos canteiros centrais das avenidas (CORONEL FABRICIANO, 2011).

Em 2014, foi lançado o Selo Verde do Programa Reciclar para Bem Viver de Coleta Seletiva, uma iniciativa do município em parceria com a Associação Comercial, Industrial e de Prestação de Serviço de Coronel Fabriciano - ACICEL/CDL e o Sindicato do Comércio do Vale do Aço - Sindcomércio com o intuito de estimular práticas sustentáveis nas empresas instaladas no município (CORONEL FABRICIANO, 2014).

3.2.2 Ipatinga

A população estimada de Ipatinga em 2020 foi de 265.409 habitantes (IBGE, 2020a). O município tem 100% de cobertura da coleta porta a porta do resíduo domiciliar urbano e rural (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021⁷).

A Secretaria Municipal de Serviços Urbanos e Meio Ambiente é responsável pelos serviços de limpeza urbana do município (IPATINGA, 2001b), sendo o Departamento de Serviços Urbanos responsável por fiscalizar a empresa contratada para realizar o serviço. O Meio Ambiente é responsável pela transmissão anual de informações para o MMA, pelas ações pontuais de educação ambiental e pela relação do município com as associações e cooperativas de catadores. Atualmente os trabalhos são realizados de forma independente e não há planejamento estratégico para curto, médio e longo prazo (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021⁷).

⁷ Prefeitura de Ipatinga.

O PMSB foi instituído em 2016, assim como o Conselho Municipal de Saneamento Básico (IPATINGA 2016a; 2016b) Não há qualquer tipo de referência sobre a responsabilidade compartilhada do cidadão (IPATINGA, 2018).

O resíduo é coletado e disposto em aterro sanitário pela empresa Vital Engenharia Ambiental S/A. O custo pelo serviço em 2020 foi de R\$ 23.935.336,02 (IPATINGA, 2021a), o total de material disposto foi de 57.585,6 t/ano ou 0,59 kg/hab/dia (GESOIS, 2019). A coleta é feita por dois caminhões compactadores que seguem direto para o aterro sanitário, que fica a aproximadamente 7 km do centro de Ipatinga (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021⁷).

O contrato de prestação de serviço iniciou em 2001 e terminará em 2026. Ao fim da concessão, o município assumirá o controle do aterro sanitário e a posse dos bens destinados a limpeza urbana (CÂMARA MUNICIPAL DE IPATINGA, 2010).

Em 2010, a contratação do serviço de limpeza urbana foi alvo de CPI na Câmara Municipal de Ipatinga e ao final do processo foi constatada irregularidades em 9 das 10 denúncias apresentadas (CÂMARA MUNICIPAL DE IPATINGA, 2010).

A taxa de coleta de RDO do município é cobrada em boleto próprio e é utilizada para o custeio dos serviços de coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos das atividades domésticas, comerciais e de prestação de serviço que se equiparam ao doméstico (IPATINGA, 2017).

O código tributário define como parâmetros a área do imóvel, se é edificado ou não e a porcentagem específica de unidades fiscais. Em 2020, com base nesses parâmetros e com o valor da unidade padrão fiscal do município em R\$ 119,79 (IPATINGA, 2020), o valor da taxa foi como relacionado na tabela 13. A arrecadação do município no período foi de 45,36% do valor do serviço (tabela 15).

Tabela 14 - Valor da taxa de coleta de resíduos sólidos domiciliares em Ipatinga em 2020

TIPO DE USO	MÍNIMO	MÁXIMO
Imóvel edificável	R\$ 43,29 (até 50m ²)	R\$ 173,15 (acima de 400m ²)
Imóvel não edificado	R\$ 43,29 (até 25m ²)	R\$ 173,15 (acima de 200m ²)

Fonte: IPATINGA, 2017; 2018; 2020. Adaptado pela autora.

⁷ Prefeitura de Ipatinga

Tabela 15 - Arrecadação de Ipatinga com a Taxa de Coleta de Resíduos Sólidos Domiciliares em 2020

DESCRIÇÃO	VALOR
Taxa de coleta de resíduos sólidos domiciliares - TRSD	R\$ 10.098.366,66
Juros e multa dívida ativa taxa de coleta de resíduos sólidos domiciliares	R\$ 3.166,14
Multa e juros com taxa de coleta de resíduos sólidos domiciliares	R\$ 1.070,05
Cobrança dívida ativa taxa de coleta de resíduos sólidos domiciliares	R\$ 754.252,27
TOTAL	R\$ 10.856.855,12

Fonte: IPATINGA, 2021a. Adaptado pela autora.

Em 2017, foi instituída a Comissão Gestora do Programa Coleta Seletiva de caráter consultivo com a função de planejar e acompanhar a execução do Programa de Coleta Seletiva e realizar a interlocução com a estrutura de coleta, triagem e tratamentos existentes e com as demais dimensões da gestão dos resíduos sólidos urbanos (IPATINGA, 2017). Porém, ela não está ativa.

Em 2018, o município recebeu o recurso de R\$ 240.000,00 do Ministério Público proveniente de multas aplicadas por crimes ambientais e investiu na compra e instalação de 100 PEV's, sendo 46 no bairro Veneza, 15 no Horto e 39 no Cidade Nobre. O material separado no bairro Cidade Nobre era coletado e vendido pela ASCARI, do Veneza pela AMAVALE e do Horto pela COOPCAVA (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021⁷).

Porém, não houve trabalho de conscientização, educação ambiental e envolvimento da comunidade no projeto, o que resultou em reclamação dos moradores onde foram instalados os equipamentos em frente aos seus imóveis; falta de adesão da população; descarte indiscriminado de materiais, inclusive animal morto e falta de clareza sobre a destinação que era dada aos materiais. O projeto foi muito criticado e resultou em um perspectiva ruim para a coleta seletiva no município. A prefeitura retirou os PEV's e atualmente responde a inquérito aberto pelo Ministério Público (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021⁷).

A Associação de Catadores de Material Reciclável do Vale do Aço -AMAVALE, a Associação de Catadores de Material Reciclável de Ipatinga - ASCARI e a Cooperativa de Catadores de Material Reciclável da Região Metropolitana do Vale do Aço - COOPCAVA realizam a coleta de material reciclado no município. Elas possuem convênio com a prefeitura com vigência de 12 meses, estabelecido por chamamento público. O recurso pode ser gasto com aluguel,

⁷ Prefeitura de Ipatinga

água, luz e segurança do trabalho. As instituições prestam contas ao final do período de vigência de como o recurso foi gasto. Não há nenhum trabalho e acompanhamento da prefeitura sobre as condições de trabalho, organização socioadministrativa, de desenvolvimento socioeconômico, volume de material coletado e destinado, tipos de destinações, benefício financeiro obtido com a destinação. Na mesma CPI instaurada pela Câmara que identificou as irregularidades nas relações contratuais entre o município e a Vital Engenharia, também constatou irregularidades nas instituições de catadores que atuam no município (CÂMARA MUNICIPAL DE IPATINGA, 2010).

A AMAVALE iniciou operação em 2000, possui catadores associados e não associados que possuem baixa instrução. Não há prestação de contas entre os associados. Entre os documentos necessários para funcionamento possui o alvará de localização e funcionamento. O convênio com a prefeitura é em torno de R\$ 50.000,00 por ano. A coleta é feita por carrinhos e pelo carro da presidente da associação (FEAM, 2018).

A AMAVALE funciona em galpão coberto, porém o espaço apresenta condições muito precárias e não possui nenhum tipo de maquinário para realizar a triagem. Os catadores separam o material e vendem em bags para uma empresa que enfarda e revende. A separação é manual e não há uso de nenhum tipo de equipamento de EPI. Apesar de ter balança e haver controle de pesagem de materiais, não foi informado o volume de cada material comercializado no mês e o preço pago por eles ao ser comercializado (FEAM, 2018; FEAM, 2020).

A associação conta atualmente com 6 catadores, mas apresenta um fluxo de entrada e saída de integrantes intenso, pois eles veem a atividade como fonte de renda extra ou temporária, enquanto não tem opção melhor de trabalho.

O grupo é composto por 50% de homens e 50% de mulheres com faixa etária entre 29 e 72 anos, sendo que 50% fez até o ensino fundamental incompleto. A renda fica entre R\$ 100,00 à R\$ 1500,00 por mês. O rateio é feito por meio de produção individual. Em relação aos dependentes, 50% dos associados possuem entre 1 e 2 pessoas com dependentes e 50% entre 3 e 5 pessoas dependentes. No exercício profissional, 14,29% sofreram agressão verbal e 25% sofreram preconceito (FEAM, 2018; FEAM, 2020).

Figura 15 - Galpão de triagem da Associação de Catadores AMAVALE



Fonte: Autora, 2021.

Figura 16 - Trabalhadores separando o material



Fonte: Autora, 2021.

Figura 17 - Banheiro e cozinha em situações precárias



Fonte: Autora, 2021.

A ASCARI foi fundada em 2002. Ela possui estatuto, ata de fundação, alvará de localização e funcionamento e licença ambiental ou dispensa. O recurso captado do município é utilizado para pagar o aluguel do galpão e o contador. A associação participa do programa estadual Bolsa Reciclagem (FEAM, 2018).

O galpão onde funciona a associação é coberto e possui área de produção, escritório, cozinha e instalação sanitária. É equipado com bancada fixa para triagem, balança, prensa, triturador e carrinho de fardo. A associação coleta material reciclável domiciliar e comercial. A coleta é feita de porta a porta com caminhão alugado e carrinhos de mão (FEAM, 2018). “Não há uma rota definida para a coleta dos materiais, os associados atuam em vários pontos da cidade, normalmente nos mesmos dias da coleta convencional” (FEAM, 2020, p.30). Apesar de ter balança e haver controle de pesagem de materiais, não foi

informado o volume de cada material comercializado no mês e o preço pago por eles ao serem comercializados (FEAM, 2018; FEAM, 2020).

Nos levantamentos feitos pela FEAM foram identificadas informações divergentes sobre os associados. Quanto ao número, consta que possui aproximadamente 60 e também afirma ter 13 associados (FEAM, 2018; FEAM, 2020).

Os membros da associação possuem entre 18 e 61 anos, sendo 60% homens e 40% mulheres. Destes, 60% tem ensino fundamental incompleto. Eles recebem entre R\$ 500,00 e R\$ 1.500,00. Em um documento da FEAM há o registro de que o pagamento é mensal e o rateio é feito por divisão igual do valor obtido com a venda entre todos os associados. Em outro, que o pagamento é quinzenal e por produção (FEAM, 2018; FEAM, 2020). Não há clareza da razão da divergência. Pode ser devido aos tipos diferentes de jornada de trabalho entre os associados que atuam na coleta e os que trabalham no galpão. “Pois eles não têm jornada de trabalho definida e ficam espalhados em diversos pontos da cidade coletando os materiais porta a porta com os carrinhos” (FEAM, 2020, p. 31). Faz-se necessário identificar qual o real mecanismo adotado para definir o valor do pagamento mensal dos associados.

Entre os associados, 40% tem de 1 a 2 pessoas como dependentes e 60% tem de 3 a 5 pessoas como dependentes. No exercício da profissão, 20% já sofreram agressão verbal e 40% já sofreram preconceito (FEAM, 2020). Não há capacitação e/ou treinamento para os associados (FEAM, 2018).

A COOPCAVA realiza a coleta de materiais recicláveis de origem domiciliar e comercial. A coleta é feita com a caminhonete do presidente da cooperativa e com carrinhos de mão. Não há rota e nem frequência de coleta estabelecida. O galpão tem uma pequena área coberta, não possui escritório, cozinha, instalação sanitária e equipamentos (FEAM, 2020).

A COOPCAVA possui 4 cooperados, sendo 75% homens e 25% mulheres, com faixa etária entre 40 e 72 anos e 50% possui ensino fundamental completo. Cada cooperado recebe uma renda diferente, sendo R\$ 3.000,00, R\$ 2.000,00, R\$ 600,00 e R\$ 200,00, respectivamente. Não foi identificada a razão da desigualdade salarial. Entre eles, 25% possuem 6 pessoas como dependentes, 50% possuem entre 3 a 5 pessoas e 25% possuem entre 1 e 2 pessoas. No

exercício da profissão, 75% já sofreram agressão verbal e 100% sofreu preconceito (FEAM, 2020).

Figura 18 - Galpão da cooperativa de catadores COOPCAVA



Fonte: Autora, 2021.

Figura 19 - Interior do galpão

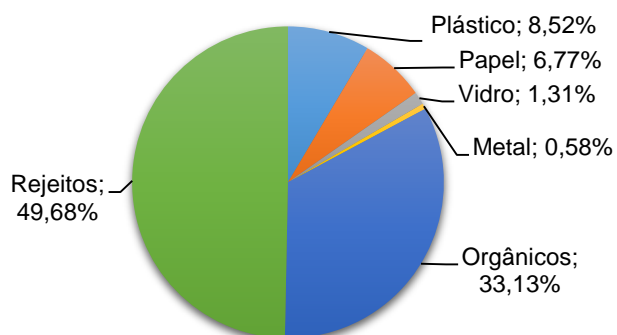


Fonte: Autora, 2021.

Nas três instituições de catadores existentes em Ipatinga, os presidentes estão na função há vários exercícios (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021⁷).

Em 2019, Ipatinga foi contemplada com o apoio técnico da FEAM e da Gesois. Neste trabalho foi realizado o estudo de composição gravimétrica do RDO do município que apresentou resultado conforme gráfico 14.

Gráfico 14 – Análise da composição gravimétrica do RSU de Ipatinga



Fonte - FEAM, 2020, p. 80.

⁷ Prefeitura de Ipatinga

A estimativa de potencial econômico, caso a coleta seletiva tenha cobertura de 100%, baseado no valor de venda apurado na ASCATI, é cerca de R\$553.990,10 por mês (FEAM, 2020).

Embora no art. 46 do decreto municipal nº 4.435 de 2001 seja determinada a realização de ações de educação ambiental por parte do poder público municipal como campanhas educativas, palestras, programas de informação na educação formal e informal por meio de convênios com entidades públicas e privadas, o município não tem nenhuma ação permanente ativa (IPATINGA, 2001b).

O município criou em 2019 o projeto 'Adote uma lixeira' cujo objetivo é, por meio de parceria público-privada ou com pessoa física, financiar a instalação e manutenção de lixeiras no espaço público dando ao parceiro o direito a publicidade no mobiliário (IPATINGA, 2019a).

Em 2019 também instituiu a semana 'Eu cuido do meu lixo' que passou a fazer parte do calendário oficial do município e tem o objetivo de promover educação ambiental, conscientização e debates sobre o tema (IPATINGA, 2019b). A primeira edição aconteceu em junho de 2020 e teve como atividades ações educativas no ambiente virtual e a limpeza e revitalização de áreas do município onde há acúmulo de entulhos descartados indevidamente (IPATINGA, 2021b).

3.2.3 Santana do Paraíso

A população estimada de Santana do Paraíso em 2020 foi de 35.369 habitantes (IBGE, 2020a). O município tem 100% de cobertura da coleta porta a porta do resíduo domiciliar urbano e não sabe qual a porcentagem de cobertura da área rural (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021⁸).

A Secretaria de Obras é responsável pelo serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos, no qual a Diretoria de Serviços Urbanos é responsável por fiscalizar o serviço das empresas contratadas. A equipe possui 5 funcionários com formação em engenharia. A Diretoria de Meio Ambiente é responsável pela coleta seletiva (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021⁸).

O PMSB foi aprovado em 2017, com a criação do Conselho Municipal de Saneamento Básico, do Fundo Municipal de Saneamento Básico e do Sistema

⁸ Prefeitura de Santana do Paraíso.

Municipal de Informação em Saneamento Básico que estabelece que as informações devem ser públicas e acessíveis. O plano define como direito do usuário o acesso amplo às informações constantes no sistema. Trata da responsabilidade compartilhada do usuário em pagar a taxa pela prestação dos serviços, determina que ele aja, conforme as normas municipais, no manuseio, separação, armazenamento e disposição dos resíduos sólidos e colabore com a limpeza urbana (SANTANA DO PARAÍSO, 2017a). Atualmente o PGIRS está em fase de desenvolvimento.

A coleta é feita com três caminhões compactadores pela Empresa Mineira de Projetos, Engenharia e Construções LTDA (EMMPEC), a partir do contrato firmado em 2018 no valor de R\$ 1.558.799,97 e com vigência de 09/2018 a 09/2019 (SANTANA DO PARAÍSO, 2018).

A prestação do serviço contempla a coleta manual e conteneirizada e o transporte do RSU. O custo do serviço e o dimensionamento de equipamentos e mão de obra foram baseados nos dados de geração de 1,061 kg/dia/hab e população de 32.828 habitantes, que resultou no volume de 627,54 t/mês de RDO para ser coletado ao mês em 2018/2019 (SANTANA DO PARAÍSO, 2018).

O volume médio de geração atual é de 1,23 kg/dia/pessoa (ABRELPE, 2020) e a estimativa populacional de Santana do Paraíso é de 35.369 pessoas (IBGE, 2020), portanto o volume médio gerado no município é estimado em 783,07 t/mês.

Ao analisar a série histórica de pagamentos realizados em 2020 foi constatado que o serviço teve o custo de R\$1.662.901,44 (tabela 16). O município e as empresas prestadoras do serviço não disponibilizaram os dados e informações relacionados ao serviço.

Tabela 16 – Estimativa baseada na geração de 783,07 t/mês em 2020

POPULAÇÃO: 35.359 habitantes			
Resíduo gerado: 9.396,84 t/ano		Geração per capita: 1,23kg/hab/dia	
SERVIÇOS	VALOR GLOBAL	VALOR TON.	VALOR POR HAB./ANO
Coleta do lixo	R\$ 1.662.901,44	R\$ 176,96	R\$ 47,03
Disposição em aterro	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
TOTAL	R\$ 1.662.901,44	R\$ 176,96	R\$ 47,03

Fonte: SANTANA DO PARAÍSO, 2021; ABRELPE, 2020; IBGE, 2020. Adaptado pela autora.

A disposição é realizada no aterro sanitário da Vital, a aproximadamente 15 km do centro. Por estar implantado no município foi estabelecido à empresa a

obrigação de receber o resíduo gerado no município de forma gratuita; destinar no mínimo 3% do seu faturamento sobre a disposição de resíduos de geradores especiais de lixo industrial para o município, sendo 1,5% para aplicar em ações de preservação ambiental e 1,5% para o Fundo de Desenvolvimento Econômico e Social (SANTANA DO PARAÍSO, 2002a; 2002b).

O licenciamento dado pelo município para a empresa explorar o aterro sanitário tem prazo de quinze anos e possível de renovação por igual período, desde que tenha parecer técnico favorável do órgão de meio ambiente (SANTANA DO PARAISO, 2002a).

O município cobra dos munícipes anualmente junto ao IPTU a taxa de serviços urbanos relativa ao serviço de coleta domiciliar de lixo e limpeza das vias públicas urbanas. O código tributário define como parâmetros o tipo de uso do imóvel, se é edificado ou não, a área do imóvel e a quantidade de unidades fiscais específicas. Em 2020, com base nesses parâmetros e com o valor da unidade padrão fiscal do município em R\$ 1,21 (SANTANA DO PARAÍSO, 1994; 2017b; 2019) o valor da taxa ficou conforme tabela 17.

Tabela 17 - Valor da taxa do serviço de coleta domiciliar de lixo e limpeza das vias públicas urbanas de Santana do Paraíso em 2020

TIPO DE USO	ATÉ 100M ²	ACIMA DE 100M ²
Residencial	R\$ 8,47	R\$ 12,70
Comércio e serviço	R\$ 21,17	R\$ 29,64
Industrial	R\$ 21,17	R\$ 42,35
Imóvel não edificado	R\$ 21,17	R\$ 21,17

Fonte: SANTANA DO PARAÍSO, 1994; 2017b; 2019. Adaptado pela autora.

A arrecadação do município no período foi de R\$ 256.732,45 (SANTANA DO PARAÍSO, 2021), 15,44% do custo do serviço de coleta do RDO.

Devido ao alto crescimento populacional do município, de forma espalhada, é constante a alteração da rota de coleta para adequar ao crescimento dos bairros, pois são identificadas áreas sem cobertura que gera acúmulo de lixo, queima indevida do material, entupimento de bueiros e reclamação dos moradores (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021⁸).

Como forma de educação ambiental, o setor tem promovido a limpeza do local e instalação de placas, além de fazer parceria com as escolas infantis para

⁸ Prefeitura de Santana do Paraíso

introdução do tema na educação formal e participação em eventos (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021⁸).

A Associação de Catadores de Santana do Paraíso – ASCAP foi constituída em meados de 2019 e iniciou o trabalho de coleta seletiva no município. É formada por 9 catadores, sendo 6 homens e 3 mulheres. O serviço abrange 70% do território (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021⁸). Porém, ao conversar com algumas pessoas no centro da cidade, originárias de bairros diversos, uma quantidade considerável apresentou desconhecimento sobre a existência do serviço.

A prefeitura possui convênio com a associação, por meio do qual disponibiliza para a associação um caminhão gaiola e o motorista para realizar a coleta dos materiais recicláveis e recurso para pagar as contas de energia e água, com custo mensal para o município de aproximadamente R\$ 15.500,00. O setor responsável oferece apoio, porém querem que eles visem a limpeza da cidade e não apenas o dinheiro. Para isso estimula-os a desenvolver a associação de forma autônoma do poder público e busca findar o vínculo do município com a associação para que os catadores tenham segurança nas transições de governo (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021⁸).

O Ministério Público - MP, por meio da Promotoria de Meio Ambiente, teve participação ativa na implantação da coleta seletiva no município, na implantação do galpão de triagem e na constituição da associação de catadores (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021⁸). Tentou-se por diversas vezes realizar uma reunião com o representante do MP para obter mais informações, mas devido à pandemia não houve sucesso.

A associação possui um galpão onde enfardam os materiais com prensa enfardadeira e os armazenam para serem comercializados; container onde tem instalação sanitária, cozinha e armário para guardar os pertences dos catadores. A separação é realizada no pátio externo e descoberto que fica na frente do imóvel. A área onde a associação está instalada foi cedida pela Cenibra (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021⁸).

⁸ Prefeitura de Santana do Paraíso

Figura 20 - Galpão de enfiamento e estoque da associação da ASCAP



Fonte: Autora, 2021.

Figura 21 - Área de recebimento e triagem de material da ASCAP



Fonte: Autora, 2021.

Figura 22 - Entrada do galpão, container e área de triagem descoberta da ASCAP



Fonte: Autora, 2021.

A educação ambiental da coleta seletiva acontece por meio de panfletagem e o município pretende implantar sacos com cores diferentes para o armazenamento do material nos domicílios (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021⁸). Não foi disponibilizado pelo município legislações relacionadas a educação ambiental, assim como não foi identificado no site da Prefeitura e da Câmara Municipal.

3.2.4 Timóteo

Timóteo teve a população estimada em 2020 de 90.568 habitantes (IBGE, 2020a), no qual 100% é atendido com a coleta de resíduo domiciliar porta a porta na área urbana e rural (FEAM, 2020).

⁸ Prefeitura de Santana do Paraíso

A Secretaria de Obras, Serviços Urbanos, Mobilidade e Habitação é responsável pelo serviço de limpeza urbana de Timóteo, sendo a subsecretaria de Serviços Urbanos responsável por fiscalizar o serviço das empresas contratadas para coletar e dispor o RSU. O setor de Meio Ambiente, que está ligado à Secretaria de Planejamento, é responsável pelo trabalho da coleta seletiva (FEAM, 2020; INFORMAÇÃO VERBAL, 2021⁹).

O PMSB foi instituído em 2019, assim como o Fundo Municipal de Saneamento Básico. Nela há a determinação que os prestadores de serviços estão obrigados a prestar contas do serviço ao Município e aos usuários, quando solicitado e é dado ao usuário o direito de receber as informações. Não há qualquer tipo de referência sobre a responsabilidade compartilhada do cidadão (TIMÓTEO, 2019).

Em 2017 foi elaborado o relatório preliminar para a elaboração do PGIRS, porém ainda não foi aprovado (TIMÓTEO, 2017b).

A coleta do Resíduo Domiciliar - RDO é feita pela empresa Vina Equipamentos e Construções Ltda. O último contrato celebrado entre a empresa e o município foi em 2018 no valor de R\$ 8.948.552,20 com vigência de 12 meses, com os seguintes serviços inclusos:

- Coleta Containerizada de resíduos domiciliares e comerciais com uso de caminhões compactadores de lixo;
- Varrição manual de vias e logradouros públicos;
- Varrição mecanizada de vias e logradouros públicos;
- Capina manual e roçada mecanizada;
- Capina química;
- Limpeza manual e mecanizada de boca de lobo;
- Pintura de meio fio;
- Limpeza e desassoreamento de córregos e cursos d'água;
- Administração Local (TIMÓTEO, 2018, p.1)

A coleta de RDO tem o custo aproximado de 33,5% sobre o valor total do contrato (TIMÓTEO, 2018). O valor da prestação de serviço de limpeza urbana em 2020 foi de R\$ 9.143.743,24 (TIMÓTEO, 2021), sendo o serviço de coleta do resíduo domiciliar estimado em R\$ 3.063.154,00 (tabela 17), com base no percentual de 33,5%.

Desde 2003 todo o material coletado é levado diretamente para ser disposto no aterro sanitário que fica a aproximadamente 24 km do centro de Timóteo, portanto não há estação de transbordo no município. Não foi fornecido pelo

⁹ Prefeitura de Timóteo

município, pela empresa prestadora do serviço e nem obtido através do portal transparência o custo para a disposição no aterro sanitário e tampouco o volume de material disposto em 2020. Em 2019, foi disposto em média 1.351,8 t/mês por um custo mensal de R\$ 113.700,00 (tabela 18) (GESOIS, 2019).

Tabela 18 – Estimativa do custo da coleta e disposição de RDO de Timóteo em 2020

POPULAÇÃO: 90.568 habitantes			
Resíduo gerado: 16.221,6 t/ano		Geração per capita: 0,55 kg/hab/dia	
SERVIÇOS	VALOR GLOBAL	VALOR TON.	VALOR POR HAB./ANO
Coleta do lixo	R\$ 3.063.154,00	R\$ 188,83	R\$ 33,82
Disposição em aterro	R\$ 1.364.400,00	R\$ 84,11	R\$ 15,06
TOTAL	R\$ 4.427.554,00	R\$ 272,94	R\$ 48,88

Fonte: TIMÓTEO, 2021; IBGE, 2020; GESOIS, 2019. Adaptado pela autora.

Em 2021, o município lançou edital de licitação para contratar o serviço de aterramento do RSU em raio máximo de 20 km, com início de prestação de serviço em 2021, com vigência de 12 meses e previsão de custo de R\$ 617.760,00. Porém, na descrição do objeto de contratação definiu que é para a finalidade de destinação final.

A PNRS deixa claro que a destinação final está relacionada a ações de reaproveitamento do material, portanto deve ser direcionado para os mecanismos/equipamentos que permitam que esta ação aconteça. O aterro sanitário é o mecanismo/equipamento para realizar a disposição final dos materiais, quando não há mais nenhuma possibilidade de aplicação viável e são considerados rejeitos (BRASIL, 2010a).

O município cobra, por meio do boleto do IPTU, a taxa de limpeza pública inerente ao serviço de varrição, coleta, remoção e destinação final do lixo domiciliar, comercial e industrial. O código tributário define como parâmetros o tipo de uso do imóvel, se é edificado ou não, o padrão construtivo e a quantidade de unidades fiscais específicas (TIMÓTEO, 2013). Em 2021, com base nesses parâmetros e com o valor da unidade padrão fiscal do município em R\$ 3,08 (TIMÓTEO, 2020) constatou que o valor cobrado ficará conforme a tabela 19. A estimativa de arrecadação é de R\$ 2.950.000,00 (TIMÓTEO, 2020), 66,63% do custo do serviço de coleta e disposição do RDO.

Tabela 19 - Valor da taxa de limpeza pública de Timóteo em 2020

TIPO DE USO	Mínimo	Máximo
Residencial	R\$ 53,00	R\$ 455,80
Comércio e serviço	R\$ 154,00	R\$ 560,56
Industrial	R\$ 292,60	R\$ 770,00,
Industrial Especial	R\$ 616,00	R\$ 1.694,00
Imóvel não edificado	R\$ 231,00	R\$ 231,00

Fonte: TIMÓTEO, 2013. Adaptado pela autora.

Em 2015 foi criado o incentivo econômico de redução em até 50% do valor da taxa de limpeza urbana para os contribuintes que entregassem o resíduo reciclável nos Postos de Entrega Voluntária - PEV. O material seria direcionado para a associação de catadores. A gestão do projeto foi delegada ao Comitê Gestor que foi composto em 2017, porém não obtiveram êxito (TIMÓTEO, 2015; TIMÓTEO, 2017a).

A coleta seletiva industrial, comercial e residencial passou a ser regulamentada no município após a aprovação da lei nº 1508 de 1995 no qual estabelece que o lixo deve ser separado em orgânico e inorgânico em sacos ou containers de cores distintas, padronizadas e com identificação do tipo de resíduo (TIMÓTEO, 1995). Em 2003 foi implantado o serviço de coleta seletiva feito pela Associação de Catadores de Materiais Recicláveis de Timóteo - ASCATI. A associação foi fundada neste ano e formada por catadores que atuavam no antigo lixão da Ponte Mauá, após a sua extinção. Em 2007, o município foi autorizado a comprar caminhões adequados para a realização da coleta do material seletivo e apoiar a ASCATI no desenvolvimento do trabalho e em 2010, a disponibilizar local para armazenamento do resíduo eletroeletrônico e celebrar parcerias para reciclagem e reaproveitamento (TIMÓTEO, 2007; TIMÓTEO, 2010).

Em 2009, por meio da Lei nº 2.997, foi assegurada a gratuidade de ingresso aos membros da ASCATI em todos eventos artístico-culturais no município a fim de coletarem os materiais recicláveis gerados no evento (TIMÓTEO, 2009). Em 2014, foi assinado o Termo de Adesão ao Programa Estadual Minas Sem Lixões que previu o apoio técnico para expansão da coleta seletiva através de parceria com a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM). A ASCATI foi a parceira responsável pela coleta do material (ENGEORPS, 2016).

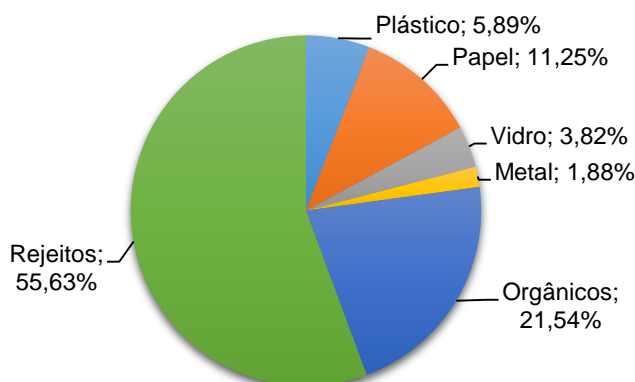
Em 2019 o município foi contemplado no edital da FEAM nº 01/2019 para ampliar a coleta seletiva. Porém, o contrato entre FEAM e Gesois, empresa contratada

para realizar o trabalho, foi encerrado e o trabalho não foi concluído (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021¹⁰).

Foram definidas como prioritárias no planejamento do plano de saneamento básico as ações de manutenção da varrição das vias públicas e coleta de resíduos domiciliares, ampliação da coleta seletiva e aumento do índice de reaproveitamento dos resíduos sólidos a 70%. O investimento seria em torno de R\$ 3,9 milhões (ENGECORPS, 2016).

Atualmente o município atende 44,24% da população com a coleta seletiva. O levantamento realizado em Timóteo pela empresa Gesois constatou que são geradas 45 t/dia de RDO, ou seja 1.350 t/mês, o que resulta em 0,55 kg/hab/dia. Deste total, 22,5% ou 10 t/dia é material reciclável. Porém, apenas 1 t/dia é recuperada (GESOIS, 2019). O estudo de composição gravimétrica teve o resultado apresentado no gráfico 15.

Gráfico 15 – Análise da composição gravimétrica do RDO de Timóteo



Fonte - GESOIS, 2019. Adaptado pela autora.

Foram construídos 3 PEV's no município, localizados nos bairro Primavera, Cachoeira do Vale e Alegre. O objetivo era que a população fizesse a entrega voluntária nestes pontos a fim de usufruir do incentivo econômico instituído por lei em 2015 (TIMÓTEO, 2015). Porém, o projeto não atingiu o objetivo proposto e atualmente nos locais são depositados os resíduos informalmente (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021¹⁰).

¹⁰ ASCATI

Figura 23 - PEV do bairro Primavera



Fonte: Autora, 2021.

Figura 24 - PEV do bairro Cachoeira do Vale



Fonte: Autora, 2021.

Figura 25 - PEV do bairro Alegre



Fonte: Autora, 2021.

A ASCATI é uma associação formalizada que possui estatuto, licença ambiental para funcionamento, alvará de localização e funcionamento, ata de fundação, eleição de diretoria a cada 2 anos e participa do programa estadual Bolsa Reciclagem (FEAM, 2018).

Possui 15 associados, sendo 53,33% mulheres e 46,67% de homens que recebem em média R\$ 756,83 por mês. Os associados possuem idade entre 18 e 61 anos, 40% tem o ensino fundamental incompleto, 86,67% possuem o trabalho na associação como única atividade geradora de renda, 80% não recebe benefício do governo, 6,67% já sofreu agressão verbal e 13,33% sofreu preconceito no exercício da profissão (FEAM, 2020).

Neste período de pandemia o volume de material coletado aumentou consideravelmente e o valor de mercado dos materiais teve alta devido à falta de matéria-prima primária (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021¹⁰).

¹⁰ ASCATI

A associação dispõe de 2 caminhões para coletar o material nos bairros, um galpão de triagem coberto e equipado com 2 esteiras rolantes, 4 prensas enfardadeiras, 2 máquinas para triturar vidro, 3 balanças e 1 fragmentadora de papel, além do escritório, banheiros masculino e feminino e cozinha com refeitório. O município possui convênio com a associação e por meio deste disponibiliza os motoristas, combustível, manutenção para os caminhões e a cessão de uso do galpão. Porém, há relatos de situações onde eles não conseguiram realizar a coleta por determinado período, pois o caminhão havia quebrado e o município demorou para realizar o conserto (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021¹⁰).

A coleta é feita porta a porta em algumas residências de 13 bairros do município e em empresas parceiras, de segunda a sexta-feira no horário comercial. Os materiais coletados são o plástico, papel e papelão, metal e tetrapak (FEAM, 2018). A venda é realizada para outras empresas que revendem o material para as recicladoras, chamados de atravessadores (FEAM, 2020). O valor obtido com a venda do material foi (tabela 20):

Tabela 20 - Receita obtida com a venda do material reciclável coletado em 2018

MATERIAL	VALOR POR KG	VOLUME COLETADO POR KG	VALOR OBTIDO
Plástico	R\$ 1,14	35.218	R\$ 40.148,52
Papel	R\$ 0,47	171.367	R\$ 80.542,49
Metal	R\$ 0,70	22.197	R\$ 15.537,90
TOTAL		228.783	R\$ 136.228,91

Fonte: FEAM, 2020. Adaptado pela autora.

A associação tem condição de aumentar a capacidade de coleta, triagem e prensagem diária o que resulta em mais pessoas trabalhando e melhor salário para cada associado. A estimativa de potencial econômico, caso a coleta seletiva tenha cobertura de 100% no município, é de cerca de R\$156.209,38 por mês. Os problemas pessoais e a manutenção dos equipamentos são alguns dos fatores que dificultam o trabalho (FEAM, 2018; FEAM, 2020).

A usina de triagem apresenta boa localização, próxima ao município de Coronel Fabriciano e com acesso direto à avenida que conduz à BR381. Possui boa infraestrutura e apresenta bom estado de conservação, porém algumas intervenções são necessárias, principalmente para melhorar a proteção contra a

incidência de sol e chuva, que interfere no trabalho dos catadores e na qualidade dos materiais armazenados para venda (INFORMAÇÃO VERBAL, 2021¹⁰).

Figura 26- Usina de triagem da ASCATI



Fonte: Autora, 2021.

Figura 27 - Área de recebimento de material



Fonte: Autora, 2021.

Figura 28 - Área de enfardamento e estoque



Fonte: Autora, 2021.

Figura 29 - Área de triagem com esteira rolante



Fonte: Autora, 2021.

Na educação ambiental formal, o município instituiu em 2002 o Programa Municipal de Educação Ambiental e em 2006, o Programa Coleta Seletiva de Lixo com o intuito de levar o tema para escolas municipais na busca de promover conhecimento, conscientização e prática da separação seletiva. Foi instituído o

¹⁰ ASCATI

Conselho do Lixo Reciclável na Escola - CLRE para ser responsável pelo planejamento e gestão do programa na escola, porém não está ativo no momento (TIMÓTEO, 2002; TIMÓTEO, 2006).

O município possui, desde 2015, o Plano Integrado de Educação Ambiental - PIEA que atua de forma contínua na educação formal e não formal. Tem como parceiros a Fundação Aperam Acesita, Polícia Militar de Minas Gerais, IEF/PERD, CEFET Timóteo, COPASA, CEMIG, Corpo de Bombeiro Militar de Minas Gerais, Emalto, Superintendência Regional de Ensino e ACIATI (ENGEORPS, 2016).

4 DISCUSSÕES

Dez anos após a promulgação da PNRS os municípios da RMVA obtiveram bons resultados pois eliminaram os seus lixões, aprovaram seus PGIRS inseridos nos PMSB, oferecem o serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos regularmente e declaram anualmente seus inventários no SNIS. Agora, precisam avançar um pouco mais para atender plenamente a PNRS, para realmente realizarem a gestão integrada dos resíduos sólidos e para que o RSU torne oportunidade e não volte a ser problema, visto que finda a vida útil do aterro sanitário instalado em Santana do Paraíso.

O trabalho desenvolvido no âmbito dos RSU está no nível de gerenciamento, orientado para a execução do serviço por meio das ações básicas de coletar, transportar e dispor em aterro sanitário, tendo como métrica de eficiência a regularidade do horário e dia de coleta e o não acúmulo de lixo nos logradouros. Mesmo todos os municípios tendo o PGIRS no PMSB não foi identificado o desenvolvimento de ações baseadas em planejamento sistemático com metas pré-estabelecidas e cronograma.

Por isso, faz-se necessário o desenvolvimento e a aprovação do PGIRS dos municípios e da RMVA para que a gestão dos resíduos sólidos possa acontecer, visto que é nítida a priorização das tratativas relacionadas à água e ao esgoto adotadas nos PMSB. Além disso, no novo Marco do Saneamento Básico aprovado, o termo disposição final foi substituído por destinação final dos resíduos, o que pode causar equívocos nas políticas públicas desenvolvidas pelos municípios e influenciar na gestão, como apresentado pelo município de Timóteo, no edital de contratação do serviço de aterro sanitário.

Os municípios não possuem controle ou sequer ciência sobre os planos de gerenciamento dos empreendimentos que existem em seu território, assim como as medidas adotadas para o descarte dos resíduos gerados.

Por se tratar de uma região metropolitana, os municípios e o Estado não conseguiram estabelecer uma relação colaborativa para a gestão dos RSU, nem sequer criar o Plano de Saneamento Básico e o Plano de Resíduos Sólidos da RMVA.

Foi possível constatar, como afirmado por Secchi (2009), o acúmulo de fragmentos de vários modelos de Administração Pública na gestão dos resíduos sólidos nos municípios da RMVA.

Dentre os princípios do modelo de gestão contemporânea que também constam na PNRS tem-se o controle social, a transparência, a cooperação/cocriação e a ecoeficiência.

O controle social pode acontecer de forma coletiva ou individual. A coletiva acontece por meio dos conselhos. Foi identificada a criação em lei dos conselhos de saneamento básico. Embora criados, alguns não estão ativos e entre os que estão, as pautas principais estão relacionadas à água e ao esgoto.

A transparência viabiliza a forma individual. No escopo das leis municipais e federal é delegado o dever às prestadoras de serviço e ao órgão público de disponibilizar dados e informações relativos a prestação de serviço para o cidadão e é dado ao cidadão o direito de ter acesso a eles. Ainda reconhece que os dados são públicos e devem ser acessíveis. Porém, nos setores públicos responsáveis pelo serviço de limpeza urbana e manejo do resíduo sólido e nas empresas prestadoras do serviço na região a transparência não é uma prática adotada. Mesmo realizando todo o procedimento formal estabelecido pelas instituições públicas e privadas, os dados não são disponibilizados. Os dados e informações apresentados neste trabalho foram obtidos em outras fontes e a partir deles foram encontradas estimativas.

A declaração anual no SNIS é uma fonte importante de dados, porém a divulgação compilada dos dados, o fato de ser um modelo autodeclaratório e por ter sido identificadas algumas inconsistências de informações dos municípios da RMVA em relação aos planos e ao uso de balança, levanta o questionamento sobre a confiabilidade desta base de dados. Além disso, foram identificadas

divergências entre os dados e informações das outras bases de dados, como Cempre, Ancat, Ministério do Desenvolvimento Regional - MDR e Ministério do Meio Ambiente - MMA.

A cooperação ou cocriação tem origem na democracia deliberativa que é a união do poder público, iniciativa privada e sociedade civil para desenvolver soluções para os problemas coletivos (SECCHI, 2009) compartilhando o poder decisório, as responsabilidades, os riscos e os esforços.

No âmbito da gestão dos resíduos sólidos na RMVA, devido à inatividade dos conselhos, o esforço das instituições em manter os dados e informações sob sigilo e os traços do modelo burocrático encontrado na administração dos setores responsáveis pelo serviço de limpeza urbana e manejo de RSU, a integração dos atores para cooperar e cocriar ocorreu apenas pontualmente na elaboração dos planos e com caráter participativo, não deliberativo.

A responsabilidade compartilhada também está inserida na democracia deliberativa. Ela é um princípio importante que vai além da responsabilização punitiva. É um meio de compartilhar entre os responsáveis, mas também com os interessados sobre o tema um conjunto de situações, propostas e ações para resolver o problema de alta complexidade que o poder público sozinho não consegue. Para isso, é necessário a abertura do governo municipal e o comprometimento da sociedade civil e empresarial.

No que tange ao cidadão, mesmo a PNRS definindo-o como ator responsável pelo ciclo de vida do produto, na prática regional e nos textos das leis ele é considerado um usuário do serviço público de limpeza urbana e manejo de RSU e a sua participação dar-se anualmente com o pagamento da taxa de prestação do serviço. Apenas Santana do Paraíso apresenta em sua PMSB as atribuições destas responsabilidades.

A administração pública de todos os municípios delegaram a execução do serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos a empresas da iniciativa privada. A sua função restringe à criação de leis, contratação das empresas executoras do serviço e fiscalização do serviço executado. Estas empresas detêm a frota dos veículos utilizados no serviço e para a coleta do resíduo domiciliar são utilizados caminhões compactadores.

A atuação da iniciativa privada é pontual e limitada. Consiste em ações de responsabilidade social e não de responsabilidade com a logística reversa. Mesmo que, pelos critérios definidos para implantação dos sistemas, a RMVA já enquadra na maioria.

Entende-se por ecoeficiência o fornecimento de bens e serviços qualificados, com preços competitivos, que satisfaça a necessidade humana proporcione qualidade de vida, redução de impacto ambiental e consumo de recursos naturais (BRASIL, 2010a).

Na RMVA 100% da população urbana, aproximadamente 446.000 habitantes, é atendida pelo serviço de manejo de resíduos sólidos que envolve as atividades de coleta domiciliar e disposição em aterro sanitário. Não foi possível identificar a proporção da população rural atendida pelo serviço. Santana do Paraíso, segundo município da RMVA com maior número de habitantes na área rural, não soube informar o índice de cobertura do município e a expansão da mancha urbana está acontecendo a partir de loteamentos irregulares nos chacreamentos. Isso deixa de retratar a realidade de um grupo que no diagnóstico nacional e da região Sudeste apontou ser o mais afetado pelo déficit de prestação de serviço. Ao não ter sua necessidade humana atendida pelo serviço público de manejo de RSU, essa população adota métodos alternativos como solução que podem resultar em microlixões a céu aberto e/ou aterros sem controle. Estas ações geram os riscos de poluição dos cursos d'água; contaminação do solo e lençol freático; queima indiscriminada do material que resulta em poluição do ar, intoxicação das pessoas e até incêndios florestais. Tudo isso compromete a qualidade de vida de toda a população e demonstra a inexistência de integração das unidades ambientais na gestão.

Ao comparar a estimativa de custos do serviço de manejo na RMVA e os valores das médias nacional e da região Sudeste foi constatado que os municípios apresentam ecoeficiência em relação ao serviço qualificado e o preço competitivo (anexo 1). Porém, é perceptível a incoerência dos valores do serviço entre os municípios, que gera a necessidade de aprofundar a análise sobre a qualificação dos serviços contratados e os parâmetros utilizados na composição de custos.

Em Ipatinga, a partir do único dado obtido não foi possível identificar, estimar ou estabelecer os custos individuais do serviço, por isso a análise não foi realizada.

Sabe-se que as receitas do setor público municipal são oriundas de transferência federal e estadual, de impostos e taxas municipais. Sabe-se também a dificuldade que alguns municípios enfrentam para manter o equilíbrio das contas públicas. Para que o serviço de manejo dos resíduos sólidos seja autossustentável e ecoeficiente é necessária a cobrança de taxa de coleta e destinação do RSU (anexo 2). Por isso, deve-se ter clareza sobre o serviço a ser contratado, os valores justos pela prestação do serviço; os parâmetros adequados para o cálculo da taxa e a definição de isenções de pagamento; o dimensionamento da diferença entre população geradora de resíduo e os contribuintes ativos para o pagamento da taxa.

Para isso é preciso realizar o detalhamento minucioso do conjunto de informações referentes ao serviço a ser contratado que serão determinantes para a elaboração do orçamento do serviço e a definição do custo final. Este detalhamento deve constar nos termos de referência, editais de licitação e contratos com os respectivos valores individuais e global acordados no processo licitatório. A partir dele, é possível definir o valor adequado da tarifa ou taxa a ser cobrada pela prestação de serviço a fim de obter a autossuficiência financeira.

Nos documentos analisados, os de Timóteo e Santana do Paraíso apresentam maior nível de detalhamento, porém não contemplam todas as informações necessárias. Nenhum dos municípios apresentam autossuficiência (anexo 2). Não foi identificado em nenhum deles o acompanhamento analítico e a integração dos setores responsáveis pela prestação do serviço, pela elaboração dos orçamentos e pela arrecadação obtida anualmente por meio da taxa de prestação de serviço com o objetivo de constatar o nível de autossuficiência e propor estratégias para obter o equilíbrio financeiro.

A fragmentação das etapas do processo em setores e secretarias diferentes que não se conectam dificulta o planejamento e o desenvolvimento de propostas para alcançar este equilíbrio. A eficiência de uma etapa interfere diretamente no índice de eficiência das demais. Geralmente a execução e fiscalização do serviço de manejo fica sob responsabilidade da equipe de Limpeza Urbana (coleta tradicional) e Meio Ambiente (coleta seletiva), a arrecadação pela equipe da

Fazenda e a definição do valor a ser investido nos serviços pela equipe de Compras (coleta tradicional) e equipe de Desenvolvimento Econômico ou Planejamento (coleta seletiva).

A cobrança de taxa ou tarifa assegura a sustentabilidade econômica-financeira na prestação do serviço. Porém, os municípios da RMVA apresentam inconstitucionalidades na legalização e aplicação deste mecanismo.

Em Timóteo e Coronel Fabriciano a taxa é denominada Taxa de Limpeza Urbana. Em Timóteo, entre os serviços cobertos, tem a varrição e em Coronel Fabriciano a manutenção de imóveis. Em Santana do Paraíso a taxa é para cobrir os custos do serviço de coleta domiciliar de lixo e limpeza das vias públicas urbanas.

A PNRS classifica os resíduos de limpeza urbana como sendo os “originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana” (BRASIL, 2010a, p. s/n) e conforme parecer do STF “é inconstitucional a cobrança de valores tidos como taxa em razão de serviços de conservação e limpeza de logradouros e bens públicos” (BRASIL, 2009, p. s/n). Por isso, é necessário adequar o texto das leis dos municípios para que a cobrança da taxa seja feita dentro da legalidade.

Dentro da ordem de prioridade definida pela PNRS de não geração, redução na origem, reutilização, reciclagem e compostagem, valorização energética e disposição final é perceptível o direcionamento das ações e do recurso público municipal na RMVA voltado para a disposição final, última prioridade da lista.

A eficiência na contratação do serviço público de manejo de resíduos sólidos não resolve o problema ambiental de degradação e poluição ambiental. Visto que, o resíduo continua a ser gerado de forma crescente e direcionado para o aterro sanitário. Os três municípios, maiores geradores da RMVA, não oferecem condições para instalação deste equipamento em seus territórios. Entre os fatores tem a necessidade de grande área para a implantação; perda de capital com a impossibilidade de venda deste terreno para uso de imóveis residenciais e a desvantagem no mercado imobiliário gerada pela desvalorização dos imóveis no entorno do empreendimento. Assim, o impacto ambiental do aterro sanitário é transferido para as cidades vizinhas.

Uma das formas de obter a ecoeficiência com a redução de impacto ambiental e o consumo de recursos naturais é invertendo a prática de prioridade de aplicação do recurso público na disposição final para a destinação final, ou seja, implantando os mecanismos da economia circular em substituição da economia linear e ampliando as rotas tecnológicas (anexo 3).

A RMVA possui apenas uma rota tecnológica para os RSU com as ações essenciais de coletar todo o resíduo domiciliar, transportar e dispor em aterro sanitário. Recentemente estendeu esta rota com a atividade de geração de energia e de créditos de carbono a partir do gás gerado no aterro, apesar de ter sido considerada inviável. Timóteo e Santana do Paraíso têm desenvolvido ações na tentativa de diversificar as rotas tecnológicas. O objetivo é estabelecer as rotas: (1) coletar rejeito e resíduo orgânico, transportar, dispor em aterro sanitário, gerar energia/crédito de carbono e (2) coletar resíduo seco, transportar, triar, encaminhar para reciclagem.

Desta forma, estabelece a quarta prioridade, a reciclagem. A coleta seletiva é restrita a alguns pontos das cidades e é realizada por associações de catadores.

Além destes, a PNRS traz os princípios da visão sistêmica e o reconhecimento do bem econômico e o valor social do resíduo reciclável e reutilizável.

A visão sistêmica na gestão dos resíduos sólidos compartilha com o desenvolvimento sustentável as bases das dimensões ambiental, econômica, social, cultural, política, além da tecnológica.

A educação ambiental é fundamental no processo de transformação cultural para implantar o desenvolvimento sustentável. A inexistência de ações consistentes e contínuas na educação ambiental formal e não formal impossibilita o desenvolvimento da conscientização e do senso crítico das pessoas sobre as questões ambientais, assim como interfere na capacidade do indivíduo de assumir seu papel de corresponsável pelo problema e protagonista no planejamento e execução de ações relacionadas à solução do problema dos resíduos sólidos.

Foi identificada a aprovação de várias leis e a criação de vários programas na RMVA relacionados à educação ambiental. Porém, a criação não garante que a educação ambiental aconteça. Falta o detalhamento dos programas e projetos como a definição das ações, definição dos responsáveis, formação de equipe

com alta capacidade de execução, fonte financiadora e métricas para a avaliação de eficiência para serem adotadas em curto, médio e longo prazo.

Os sistemas de logística reversa utilizam as redes sociais para promover a educação ambiental não formal. Porém, é preciso que as pessoas estejam sensíveis ao problema dos resíduos para interessarem pelo conteúdo e assim manter um vínculo contínuo de busca por informação e prática do conteúdo aprendido. A falta de sensibilidade das pessoas e a avalanche de conteúdos atrativos, principalmente publicitários, nas mídias sociais interferem nesta conexão.

A adoção de ações pontuais e desarticuladas, como entrega de mudas; recolhimento de entulho em lotes vagos, fixação de placas indicando a proibição da ação e as punições; panfletagem; aprovação de leis e criação de programas correlatos sem o devido planejamento, estruturação e investimento, não tem a capacidade de despertar o pensamento crítico do público alvo envolvido na ação e provocar uma mudança cultural desta amplitude. Infelizmente, acaba tornando apenas o cumprimento do calendário ambiental. No processo psicopedagógico do ser humano não há relato de indivíduo que tornou letrado em um único dia de aula.

A educação é um processo que necessita de constante avaliação e adequação do método, das ferramentas e da capacidade de transformação. Por isso, é preciso adotar um conjunto de indicadores que meçam o impacto ao longo do tempo. Trabalhar com o índice de pessoas abordadas na ação é insuficiente para dimensionar a capacidade efetiva da transformação causada. Com tudo isso, não foi identificado na RMVA maturidade da educação ambiental.

A dimensão social tem como propósito erradicar a pobreza, a precarização da vida humana e implantar a justiça social. Na PNRS o resíduo sólido reciclado e reutilizável é reconhecido como meio para atingir este propósito ao gerar trabalho e renda e promover a cidadania (NASCIMENTO, 2012; BRASIL, 2010a).

Na RMVA a relação dos municípios com as associações é efetivada por meio de convênios. Desta forma, os municípios repassam apenas valores necessários para o pagamento de alguns custos básicos da operação. As atividades realizadas pelas associações equiparam-se com os serviços prestados pelas empresas contratadas que coletam o RSU e que deposita no aterro sanitário

(anexo 4). Portanto, prestam aos municípios o serviço público de manejo de resíduos sólidos, com a vantagem de fomentar o desenvolvimento sustentável baseado na economia circular e promover a inclusão social. O que agrega valor econômico, social e ambiental ao problema RSU.

Porém, o método adotado pelos municípios gera apenas o trabalho, sem a garantia de renda que resulte na erradicação da pobreza e precarização da vida e sem promover o desenvolvimento destas pessoas (anexo 5). As Associações não podem ter o lucro financeiro. Mas, não há impedimento para que tenham o lucro social, a própria PNRS determina que isso aconteça.

A PNRS prioriza a participação de associações na prestação do serviço e determina que o vínculo deve ser feito por meio de contratação e com dispensa de licitação. Foi identificado entre os municípios o interesse em desfazer o vínculo com as associações e transferir a responsabilidade pela gestão e gerenciamento da coleta seletiva para elas. Desta forma, os municípios transferem o ônus sem o bônus correspondente, com a condição de obterem suas rendas com a venda dos materiais que tem a coleta incerta, mantendo estas pessoas em situação de vulnerabilidade social e deixando de implantar a justiça social.

Conforme levantamento realizado junto as associações, atualmente esse volume é insuficiente para proporcionar um salário mínimo (anexo 6), visto que não há cobertura integral de coleta seletiva nos municípios e não há ações de educação ambiental permanente. Isso compromete a ampliação e melhoria contínua da prestação de serviço.

A ampliação da rota tecnológica da coleta seletiva para atender todos os geradores domiciliares (anexo 7) possibilita a melhoria da renda destes trabalhadores e a geração de novos postos de trabalho nas associações (anexo 6), o que beneficia o grupo de habitantes que possui baixa escolaridade e que integra a classe D/E (anexo 8). Esta ampliação pode resultar em mudanças na estratégia da rota tecnológica de coleta de rejeitos, com redução de custos para os municípios (anexo 9), pois terão menos rejeitos para serem coletados e dispostos em aterro sanitário

Para a coleta seletiva ser bem sucedida é preciso prover infraestrutura adequada, planejamento estratégico para implantação e/ou expansão da coleta,

educação ambiental para a população e desenvolvimento socioeducativo e profissional para as pessoas que compõem as associações.

Na dimensão econômica e ambiental, a RMVA tem o mecanismo poluidor/pagador e protetor/recebedor como ferramenta para estimular a adequação do parque industrial instalado. Algumas empresas, devido ao setor de atuação, já atendem a regulamentações ambientais específicas, mas podem adotar também princípios da economia circular. Associadas ao desenvolvimento do arcabouço de políticas públicas e leis da dimensão política, pode atrair para a região novos negócios com o impacto socioambiental inserido em seu DNA, adotando práticas de produção limpa e inovando nos modelos de negócios, baseados no compartilhamento, virtualização, desmaterialização, entre outros.

A RMVA possui expertise na indústria de base na fabricação de aço e celulose com matéria-prima primária. Estimular a implantação da cadeia produtiva do ciclo reverso da economia circular baseada na reciclagem dos materiais oriundos do RDO é uma alternativa para aproveitar a expertise local e fornecer matéria-prima secundária, com valor social e ambiental agregados para o mercado. Pode ampliar seu portfólio, ofertando além de metais e celulose, vidro e plástico. Assim como, atuar na indústria de transformação, desenvolvendo e ofertando produtos circulares e fomentar o desenvolvimento local, com micro e pequenas empresas.

No estudo realizado foi constatada a vantagem econômica oferecida pelo setor. A reciclagem de cada material apresenta vantagens específicas, mas é comum em todas elas a redução expressiva de gasto energético para a produção de matéria-prima secundária em comparação com a matéria-prima primária. Fator relevante diante do desafio energético do país.

Esta cadeia é formada pela coleta, triagem, revalorização e transformação do material. Tem a capacidade de absorver mão de obra com níveis de escolaridade diferentes.

Não foi identificado na RMVA empresas que realizam a reciclagem de RSU assim como que utiliza de matéria-prima secundária proveniente de RSU no seu processo produtivo. Foi identificado apenas empresas que compram e vendem RSU e que realiza a compostagem. O levantamento de todas as empresas que atuam na região neste setor é fundamental para ter o dimensionamento do mercado já estabelecido e o impacto que causam.

5 CONCLUSÃO

A partir da visão futurística do que viria a ser o maior problema ambiental vivido pela humanidade e uma posição radical e unilateral de solução fundamentada no crescimento zero teve início um debate longo e evolutivo que apontou as diversas causas do problema global instalado, que o desenvolvimento sustentável é a ação necessária para mitigá-lo e que os atores público, privado e sociedade civil devem ser envolvidos na solução do problema. O movimento de origem ecológica tomou conotação política, econômica, social e cultural e resultou em um compromisso global com objetivos e prazo definidos.

Na intercessão desse evoluir do movimento ambiental e dos modelos de administração pública, que se retroalimentavam, foi instituída no Brasil a PNRS, baseada nos princípios do desenvolvimento sustentável. Esta política definiu diretrizes para resolver o problema dos resíduos, entre elas, a gestão integrada dos resíduos sólidos que tem o município como área territorial de abrangência e a administração pública municipal como responsável por sua elaboração e execução.

A economia circular é um modelo econômico que compartilha com a PNRS a preocupação em relação ao impacto da geração do resíduo e a busca por sua eliminação. Para ser implantada em sua integralidade, a economia circular precisa de condições sistêmicas em nível federal, estadual e municipal. No âmbito municipal da gestão integrada dos resíduos sólidos podem ser implantados os fluxos ligados a gestão dos materiais renováveis - como o processo de compostagem e produção de biogás com o resíduo orgânico - e da gestão do estoque de materiais finitos - como o ciclo reverso para reuso, remanufatura e reciclagem do resíduo seco.

A gestão integrada dos resíduos sólidos na RMVA é muito incipiente, pois não foram identificadas ações referentes ao planejamento estratégico e sistemático, utilização de indicadores, acompanhamento analítico e contínuo das ações, investimentos público e privado, variedade de rotas tecnológicas, educação ambiental efetiva, transparência e responsabilidade compartilhada. Apenas um ínfimo de ações são realizadas com foco na disposição final, que está diretamente relacionada à economia linear.

Apesar disso, as associações de catadores estão conseguindo manter as atividades iniciais da rota tecnológica da reciclagem, ainda considerando o cenário da epidemia da COVID-19. Portanto, investir na estruturação física dos centros de triagem, na educação ambiental crítica, no desenvolvimento e capacitação do recurso humano das associações de catadores é o passo essencial para estabelecer a coleta seletiva e iniciar um processo inovador na gestão dos resíduos sólidos urbanos na RMVA, baseada no desenvolvimento sustentável e na economia circular. Desta forma é possível obter a receita projetada ao ser comercializado todo o resíduo seco gerado e coletado em seu território e criar oportunidades de emprego e renda para um grupo populacional que apresenta dificuldade de acessar o mercado de emprego formal, principalmente as mulheres.

A RMVA possui localização favorável para escoar o material coletado e prensado *in natura* para as empresas processadoras instaladas na região Sudeste, região esta que possui o maior número de empresas recicladoras do país. O que reforça a viabilidade de implantação da coleta seletiva.

A configuração do seu território, a infraestrutura urbana e a diversidade de importantes instituições de desenvolvimento existentes oferecem condições para que a região seja mais ousada e invista na implantação do setor produtivo completo da reciclagem – coleta, triagem, revalorização e transformação, por meio de Arranjo Produtivo Local. Esta é uma solução possível e viável, visto que há um mercado nacional e internacional de matérias-primas secundárias e produtos sustentáveis em crescimento, com movimentação de recurso atrativa, que demanda mão de obra especializada e não especializada. Uma opção de setor a ser explorado na região que já possui uma matriz industrial robusta, que precisa diversificar sua vocação econômica e que na conjuntura atual deve ter viés no desenvolvimento sustentável e local.

Desta forma, gera emprego e renda para níveis diferentes de escolaridade, tem a possibilidade de reafirmar sua importância no cenário econômico e ambiental mineiro e brasileiro e pode tornar um polo de referência em desenvolvimento sustentável de Minas Gerais.

REFERÊNCIA

- ABEAÇO. **Reciclagem**. Disponível em:<
<http://www.abeaco.com.br/reciclagemacotexto.html>>. Acesso em: 17 fev. 2021.
- ABRAVIDRO. **Panorama: o mercado vidreiro em números** edição 2020. São Paulo: ABRAVIDRO, 2020.
- ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólido no Brasil 2020**. São Paulo: ABRELPE, 2020.
- ABREU, A. C. D.; HELOU, A. R. H. A.; FIALHO, F. A. P.. Possibilidades epistemológicas para a ampliação da Teoria da Administração Pública: uma análise a partir do conceito do Novo Serviço Público. **Caderno EBAPE.BR**. Rio de Janeiro, v. 11, n. 4, p. 608-620, dez. 2013.
- AKERMAN, Mauro. **Indústria do vidro: economia de baixo carbono – avaliação de impactos de restrições e perspectivas tecnológicas**. Ribeirão Preto: Núcleo de Estudos de Economias de Baixo Carbono - EBC/USP, 2014.
- ANCAT. **Anuário da reciclagem 2020**. São Paulo: ANCAT/Pragma, 2020.
- APERAM. **Nossa história**. Disponível em:<
<https://brasil.aperam.com/institucional/aperam/nossa-historia/>>. Acesso em: 06 out. 2020.
- ARMVA. **Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado-PDDI: Região Metropolitana do Vale do Aço**. Coronel Fabriciano: UnilesteMG, 2014.
- ASUNTOS DEL SUL. Academia de Innovación Política. **Curso: Certificação em Inovação Política**, América Latina, 2019.
- ASSIS, O. B. G.. O uso de vidro reciclado na confecção de membranas para microfiltração. **Cerâmica**. São Paulo, v. 52, n. 321, p. 105-113, jan./mar. 2006.
- ÁVILA, Giovani M.; GIL, Moises L.. Estudo comparativo dos meios de transporte utilizados na coleta seletiva. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v. 5, n. 9, p. 14327-14344, set. 2019.
- BARBERO, Manuela L.. Revisión de la capacidad de transparencia y confianza que ofrece la tecnologia blockchain. **Interfases**. Lima, ed. 11, p. 119-133, jan./dez. 2018.
- BARBOSA, Kênia de S.. **Por que a gestão da Região Metropolitana do Vale do Aço não sai do papel?** 2010. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Arquitetura, UFMG, Belo Horizonte, 2010.
- BELLEN, Hans M. van; PETRASSI, Anna C. M. A.. Dos limites do crescimento à gestão da sustentabilidade no processo de desenvolvimento. **Revista NECAT**. Florianópolis, ano 5, n. 10, p. 8-30, jul./dez. 2016.

BNDES. Considerações sobre a indústria do vidro no Brasil. **BNDES Setorial**. Rio de Janeiro, n. 26, p. 101-138, set. 2017.

BRASIL. **Decreto 7.404, de 23 de dezembro de 2010**. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Brasília: Presidência da República, [2010b].

_____. **Decreto 10.240, de 12 de fevereiro de 2020**. Regulamenta o inciso VI do caput do art. 33 e o art. 56 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Brasília: Presidência da República, [2020a].

_____. **Decreto 10.388, de 5 de junho de 2020**. Regulamenta o § 1º do art. 33 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Brasília: Presidência da República, [2020b].

_____. **Lei 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental. Brasília: Congresso Nacional, [1999].

_____. **Lei 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília: Presidência da República, [2007].

_____. **Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília: Presidência da República, [2010a].

_____. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2019**. Brasília: SNS/MDR, 2020c.

_____. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Roteiro para a sustentabilidade do serviço público de manejo de RSU**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Acordo setorial baterias chumbo ácido**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 14 ago. 2019a.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Acordo setorial de lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 27 nov. 2014.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Acordo setorial para implantação do sistema de logística reversa de embalagens em geral**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 25 nov. 2015.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Termo de compromisso para implantação de sistema de logística reversa de embalagens de aço**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 21 dez. 2018.

_____. Supremo Tribunal Federal. Recurso Extraordinário 576.321-8 - São Paulo. Repercussão geral por questão de ordem no Recurso Extraordinário. A taxa cobrada exclusivamente em razão dos serviços públicos de coleta,

remoção e tratamento ou destinação de lixo ou resíduos provenientes de imóveis, não viola o artigo 145, II, da Constituição Federal. Constitucional. Recorrente: Município de Campinas. Recorrido: Helenice Bérghamo de Freitas Leitão e outro(a/s). Relator: Min. Ricardo Lewandowski, 04 de dezembro de 2008. **Diário da Justiça**: Brasília, DF, n. 30, p. 976 – 995, 12 fev. 2009.

CÂMARA MUNICIPAL DE IPATINGA. CPI – Relatório Final Investigativo. Ipatinga: **COMISSÃO PARLAMENTAR DE INQUERITO Nº 001/2010**, [2010].

CAMPOS, Frederico Corrêa. **Análise das ocorrências dos crimes ambientais registrados na Região Metropolitana do Vale do Aço, Minas Gerais**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) – Faculdade de Ciências Naturais, Universidade de Cuiabá, Cuiabá, 2019.

CAMPOS, Luiz H.. Usina de biogás é inaugurada em Santana do Paraíso, no Vale do Rio Doce. **Estado de Minas**, Belo Horizonte, 16 set. 2020. Disponível em:
https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2020/09/16/internas_economia,1186081/usina-de-biogas-e-inaugurada-em-santana-do-paraíso-no-vale-do-rio-doc.shtml. Acesso em: 06 jun. 2021.

CAMPOS, Márcia A. F. C.. **A política econômica do governo Kubitschek (1956 – 196): o discurso em ação**. 2007. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

CARSON, Rachel. **Primavera Silenciosa**. Tradução: Raul de Polillo. 2. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1969. 305 p. Título original: Silent Spring, 1962.

CARVALHO *et al.* Geração e coleta de resíduos sólidos urbanos (RSU) em Marabá – PA. *In*: FÓRUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 10., 2019, João Pessoa. **Anais[...]**. Porto Alegre: Instituto Venturi, 2019.

CARRATO, José F.. **Mapa da Capitania de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Arquivo Público Mineiro. Disponível em:
 <http://www.siaapm.cultura.mg.gov.br/modules/grandes_formatos/brtacervo.php?cid=234&op=1>. Acesso em: 16 set. 2020.

CATTO, André L.. Reciclagem de resíduos sólidos e sustentabilidade. *In*: CONGRESSO DE MEIO AMBIENTE, 8., 2015, Porto Alegre. **Bem viver, biodiversidade e sustentabilidade**. Porto Alegre: AUGM, 2015.

CAVALCANTI, Bianor S.. Gestão pública integrada: implicações para a formulação de teorias, modernização administrativa e ensino da administração pública. **Revista Administração Pública**. Rio de Janeiro, v. 25, n. 3, p. 173-184, jul./set. 1991.

CEMBRANEL *et al.* Embalagens Tetra Pak no isolamento térmicos de cobertura em edificações. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**. Florianópolis, v. 8, n. 1, p.388-404, jan/mar. 2019.

CEMPRE. **Review 2019**. São Paulo: CEMPRE, 2019. 21 p.

_____. **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado. 4. ed. São Paulo: CEMPRE, 2018. 316 p.

_____. **Taxas de reciclagem**. Disponível em: <<https://cempre.org.br/taxas-de-reciclagem/>>. Acesso em: 22 jan. 2021.

CEZNE, Andrea N.. O conceito de serviço público e as transformações do Estado contemporâneo. **Revista de Informação Legislativa**. Brasília, a. 42, n. 167, p. 315-338, jul./set. 2005. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/ril/edicoes/42/167/ril_v42_n167_p315.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2020.

CNQ. **Panorama Setor de Vidro**. São Paulo: CNQ/CUT, 2015.

COMISSÃO EUROPEIA. **Ecodesign your future**: How Ecodesign can help the environment by making products smarter, 2012. ISBN 978-92-79-25145-0

_____. **Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comitê Econômico e Social Europeu e ao Comitê das Regiões**: sobre um quadro de controle da economia circular, 2018. Estrasburgo: Comissão Europeia, 16 jan. 2018.

_____. **Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comitê Econômico e Social Europeu e ao Comitê das Regiões**: um novo Plano de Ação para a Economia Circular, para uma Europa mais limpa e competitiva, 2020. Bruxelas: Comissão Europeia, 11 mar. 2020.

CONAMA. Resolução nº 146, de 30 de setembro de 2009. Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 146, n.188, p. 64-65, 1 out. 2009.

_____. Resolução nº 401, de 4 de novembro de 2008. Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n.215, p. 108-109, 5 nov. 2008.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Economia circular**: oportunidades e desafios para a indústria brasileira. Brasília: CNI, 2018. 64 p.
CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE HUMANO, 1., 1972, Estocolmo. **Declaração de Estocolmo**. Estocolmo, Suécia: ONU, 1972.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE HUMANO, 2., 1992, Rio de Janeiro. **Declaração do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, Brasil: ONU, 1992.

CORONEL FABRICIANO (MG). Contrato de prestação de serviços nº 362/2015. [Contratação de empresa para disposição final de resíduos sólidos urbanos]. **Coronel Fabriciano**: órgão oficial do município, Coronel Fabriciano, 08 set. 2015.

_____. Contrato de prestação de serviços nº 357/2018. [Contratação de empresa para serviço de limpeza urbana]. **Coronel Fabriciano**: órgão oficial do município, Coronel Fabriciano, 23 out. 2018.

_____. Contrato de prestação de serviços nº 203/2020. [Contratação de empresa para disposição final de resíduos sólidos urbanos]. **Coronel Fabriciano**: órgão oficial do município, Coronel Fabriciano, 02 set. 2020.

CORONEL FABRICIANO. **Lei complementar nº 1, de 23 de dezembro de 2008**. Dispõe sobre o código tributário do município de Coronel Fabriciano e dá outras providências. Coronel Fabriciano: Prefeitura Municipal, 2008.

_____. **Lei nº 2.832/99**. Dispõe sobre a Educação Ambiental e Limpeza Urbana. Coronel Fabriciano: Prefeitura Municipal, 1999.

_____. **Lei nº 3.153, de 21 de novembro de 2003**. Institui o Programa de Coleta Seletiva e reciclagem de Lixo. Coronel Fabriciano: Prefeitura Municipal, 2003.

_____. **Lei nº 2.590, de 04 de setembro de 2007**. Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Coronel Fabriciano Nova Vida - ASNOVI. Coronel Fabriciano: Prefeitura Municipal, 2007.

_____. **Lei 3.226, de 22 de outubro de 2009**. Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Coronel Fabriciano Nova Vida - ASNOVI. Coronel Fabriciano: Prefeitura Municipal, 2009.

_____. **Lei 3.606, de 05 de abril de 2011**. Dispõe sobre a coleta de lixo domiciliar nas avenidas principais do Município. Coronel Fabriciano: Prefeitura Municipal, 2011.

_____. **Lei 3.856, de 13 de janeiro de 2014**. Institui o SELO VERDE para empresas participantes do programa Reciclar para Bem Viver de Coleta Seletiva do Município de Coronel Fabriciano. Coronel Fabriciano: Prefeitura Municipal, 2011.

_____. **Lei 4.146, de 27 de outubro de 2017**. Institui o Plano Municipal de Saneamento Básico. Coronel Fabriciano: Prefeitura Municipal, 2017.

_____. **Lei 4.206, de 14 de dezembro de 2019**. Cria o Conselho Municipal de Saneamento Básico – COMSAB e regulamenta Fundo Municipal de Saneamento. Coronel Fabriciano: Prefeitura Municipal, 2019.

_____. Diário de pagamentos: analítico. **Coronel Fabriciano**: portal oficial do município, Coronel Fabriciano. Disponível em: <
<http://sistemas.fabriciano.mg.gov.br/GRP/servlets/portalcidadao/legado/downloadArquivoRetorno?tipoExt=pdf&id=24776>>. Acesso em: 26 mai. 2021a.

_____. Diário de pagamentos: analítico. **Coronel Fabriciano**: portal oficial do município, Coronel Fabriciano. Disponível em: <
<http://sistemas.fabriciano.mg.gov.br/GRP/servlets/portalcidadao/legado/downloadArquivoRetorno?tipoExt=pdf&id=24772>>. Acesso em: 26 mai. 2021b.

COSTA, César A. S.; LOUREIRO, Carlos F. B.. Interdisciplinaridade e educação ambiental crítica: questões epistemológicas a partir do materialismo histórico-dialético. **Revista Ciência e Educação: UNESP**. Bauru, v. 21, n. 3, p. 693-708, 2015.

COSTA, Geraldo M.; COSTA, Heloísa S. M.. Novas e velhas diferenças: desafios à gestão metropolitana no Vale do Aço. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 12., 2000. Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte: Associação Brasileira de Estudos Populacionais – ABEP, 2000a. Sessão temática 11.

_____. Região Metropolitana e competitividade intermunicipal: uma conciliação possível? *In*: SEMINÁRIO SOBRE ECONOMIA MINEIRA, 10., 2000. Belo Horizonte. **Anais[...]** Belo Horizonte: Cedeplar, UFMG, 2000b.

COSTA, Geraldo M.; SANTOS, Deusdedit S. dos. Mudanças populacionais, espaciais e do emprego em aglomerações urbanas economicamente dinâmicas: o caso da Região Metropolitana do Vale do Aço. *In*: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 13., 2002. Ouro Preto. **Anais [...]**. Ouro Preto: Associação Brasileira de Estudos Populacionais – ABEP, 2002.

CÚPULA MUNDIAL SOBRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2002, Joanesburgo. **Declaração de Joanesburgo**. Joanesburgo, África do Sul: ONU, 2002.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Rumo à economia circular: o racional de negócio para acelerar a transição**. 2015. Disponível em: <
https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Rumo-a%CC%80-economia-circular_Updated_08-12-15.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2021.

_____. **Economia circular**. Disponível em: <
<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/concept>>. Acesso em: 06 jan. 2021.

E-METROPOLIS. Rio de Janeiro: Observatório das Metrôpoles, ano 3, ed. 10, set. 2012. Disponível em: <
http://emetropolis.net/system/edicoes/arquivo_pdfs/000/000/010/original/emetropolis_n10.pdf?1447896328>. Acesso em: 22 set. 2020.

ENGEORPS. **Elaboração dos Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSBs) dos Municípios de Coronel Fabriciano e Timóteo**. Barueri: ENGEORPS, 2016.

EUR-LEX. **Ambiente e alterações climáticas**. União Europeia. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/summary/chapter/environment.html?root_default=SUM_1_CODE D=20&locale=pt>. Acesso em: 07 ago. 2020.

FEAM (Minas Gerais). **Relatório de visita técnica**. Belo horizonte: FEAM, Termo de Parceria 048/2018, 2018.

_____. **Relatório Municipal de Coleta Seletiva do Município de Timóteo e Ipatinga**. Belo Horizonte: FEAM, Termo de Parceria 048/2018, 2020.

_____. **Situação da Logística Reversa em Minas Gerais**. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2020. Disponível em: < <http://www.feam.br/component/content/article/15/1494-situacao-da-implantacao-dos-sistemas-de-logistica-reversa-em-minas-gerais>>. Acesso em: 14 jul. 2020.

FJP. **Produto interno bruto dos municípios de Minas Gerais: 2017**. Fundação João Pinheiro, Diretoria de Estatística e Informações. Belo Horizonte: FJP, 2019.

FNEM. **Região Metropolitana do Vale do Aço (MG)**. Disponível em:<<http://fnembrasil.org/fnem/mg/>>. Acesso em: 16 set. 2020.

FNP. **G100: municípios populosos com baixa receita per capita e alta vulnerabilidade socioeconômica**. Brasília: FNP, 2018.

FONSECA, Celso Pereira; MARTINS, Sérgio Eustáquio. **Hialotécnica: arte e vidro**. Belo Horizonte: UFMG, 2011.

FONSECA, Sérgio A.. Planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos: mito ou realidade?. **Guaju – Revista Brasileira de Desenvolvimento Territorial Sustentável**. Matinhos: UFPR, v.1, n. 1, p. 106-122, jan./jun. 2015.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Centro de Desenvolvimento Urbano. **Plano de desenvolvimento integrado do aglomerado urbano do vale do aço**. Belo Horizonte, FJP, 1978. Disponível em:< <http://novosite.fjp.mg.gov.br/wp-content/uploads/2020/07/PROJETOS-FUNDAC%CC%A7A%CC%83O-JOA%CC%83O-PINHEIRO-1969-2018.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2020.

GESOIS. **Seminário de apresentação do diagnóstico e das propostas para a escolha da alternativa a ser adotada na coleta seletiva**. Termo de parceria nº 48/2018. Timóteo: FEAM/GESOIS, 2019.

HANDL, Günther. Nota introdutória. **Audiovisual library of international law**. Disponível em: <<https://legal.un.org/avl/ha/dunche/dunche.html>>. Acesso em: 08 jul. 2020.

HOUAISS, Antônio. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro, Ed. Objetiva, 2001.

IBÁ. **Relatório anual 2020**. São Paulo: IBRE/FGV, 2020.

IBAMA. Instrução normativa IBAMA nº 08, de 03 de setembro de 2012. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n.172, p. 153-154, 4 set. 2012.

IBGE. Tabelas de estimativas para 1º de julho de 2018. **Estimativas da população**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?edicao=22367&t=resultados>>. Acesso em: 8 ago. 2020.

_____. **Cidades**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 06 out. 2020a.

IEF. **Parque Estadual do Rio Doce**. Belo Horizonte: IEF. Disponível em: <<http://www.ief.mg.gov.br/component/content/195?task=view>>. Acesso em: 23 set. 2020.

IPATINGA. **Decreto nº 4.435, de 17 de abril de 2001**. Dispõe sobre a regulamentação dos serviços públicos de limpeza no Município de Ipatinga. Ipatinga: Câmara Municipal, 2001b.

_____. **Decreto nº 8.705, de 14 de novembro de 2017**. Dispõe sobre a Comissão Gestora do Programa de Coleta Seletiva. Ipatinga: Câmara Municipal, 2017.

_____. **Decreto nº 8.927, de 29 de outubro de 2018**. Define a estrutura. O funcionamento, as competências e a composição do Conselho Municipal de Saneamento Básico. Ipatinga: Câmara Municipal, 2018.

_____. **Decreto nº 9.241, de 10 de janeiro de 2020**. Fixa o valor da Unidade Fiscal Padrão da Prefeitura de Ipatinga – UFPI, para o exercício fiscal de 2020. Ipatinga: Câmara Municipal, 2020.

_____. **Ipatinga inicia campanha "Eu Cuido do Meu Lixo"**. 2020. Disponível em: <<https://www.ipatinga.mg.gov.br/detalhe-da-materia/info/ipatinga-inicia-campanha-eu-cuido-do-meu-lixo/96503>>. Acesso em: 08 mar. 2021b.

_____. **Lei nº 1.831, de 22 de fevereiro de 2001**. Autoriza o Poder Executivo conceder a exploração dos serviços públicos de limpeza e coleta de lixo no Município de Ipatinga. Ipatinga: Prefeitura Municipal, 2001a.

_____. **Lei nº 3.581, de 03 de maio de 2016**. Institui o Conselho Municipal de Saneamento Básico. Ipatinga: Prefeitura Municipal, 2016a.

_____. **Lei nº 3.626, de 26 de julho de 2016**. Institui o Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Ipatinga. Ipatinga: Prefeitura Municipal, 2016b.

_____. **Lei nº 3.738, de 28 de setembro de 2017.** Altera a Lei nº 819, de 21 de dezembro de 1983. Ipatinga: Prefeitura Municipal, 2017.

_____. **Lei nº 3.910, de 14 de janeiro de 2019.** Dispõe sobre a criação do projeto 'Adote uma lixeira'. Ipatinga: Prefeitura Municipal, 2019a.

_____. **Lei nº 3.982, de 12 de setembro de 2019.** Institui no Calendário Oficial do Município de Ipatinga a Semana "Eu cuido do meu lixo". Ipatinga: Prefeitura Municipal, 2019b.

_____. **Portal transparência.** Disponível em:<
https://transparencia.ipatinga.mg.gov.br/tpc_des_vis.aspx?cd=2020067100000333&exercicio=2020&cdFornecedor=615332021&dsFornecedor=Vital%20Engenharia%20Ambiental%20Sa>. Acesso em: 02 mar. 2021a.

JUVENAL, Thaís L. J.; MATTOS, René L. G.. O setor de celulose e papel. In: SÃO PAULO, E. M.; KALACHE FILHO, J. (Orgs.). **BNDES 50 anos: histórias setoriais.** Rio de Janeiro: BNDES, 2002. p. 1-21.

LADIA, Aman. Blockchain: A Privacy Centered Standard for Corporate Compliance. **IT Professional.** IEEE Xplore, v. 23, n. 1, p. 86-91, jan./fev. 2021.

LAGO, André A. C. do. **Estocolmo, Rio, Joanesburgo: o Brasil e as três conferências ambientais das Nações Unidas.** Brasília: Funag, 2006.

LIMA, Gustavo F. C.. Educação ambiental crítica: do socioambientalismo às sociedades sustentáveis. **Revista Educação e Pesquisa.** São Paulo, v. 35, n. 1, p. 145-163, jan./abr. 2009.

LIMA, Rosimeire M. S. R.. **Implantação de um programa de coleta seletiva porta a porta com inclusão de catadores:** estudo de caso em Londrina-PR. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.

LOUREIRO *et al.* Contribuições da teoria Marxista para educação ambiental crítica. **Caderno Cedes: UNICAMP.** Campinas, v. 29, n. 77, p. 81-97, jan./abr. 2009.

MACARINI, José Pedro. A política econômica do governo Médici: 1970-1973. **Nova economia.** Belo Horizonte, v. 15, n. 3, pág. 53-92, dez. 2005.

MARINI, Caio. O contexto contemporâneo da administração pública na América Latina. **Revista do Serviço Público.** Rio de Janeiro, ano 53, n. 4, p. 31-52, out./dez. 2002.

MELO NETO, Francisco Paulo de; FROES, César. **Gestão de Responsabilidade social corporativa: o caso brasileiro.** Rio de Janeiro: Qualitymak, 2001.

MINAS GERAIS. **Projeto do Plano Mineiro de Desenvolvimento Econômico e Social 1972 - 1976.** Belo Horizonte: Governo do Estado, 1971.

_____. **Lei Complementar nº 51, de 30 de dezembro de 1998.** Institui a Região Metropolitana do Vale do Aço, dispõe sobre sua organização e funções e dá outras providências. Belo Horizonte: Governo do Estado, 1998.

_____. **Lei Complementar nº 90, de 12 de janeiro de 2006.** Dispõe sobre a Região Metropolitana do Vale do Aço. Belo Horizonte: Assembleia Legislativa, 2006.

_____. **Deliberação Normativa Copam nº 188, de 30 de outubro de 2013.** Estabelece diretrizes gerais e prazos para publicação dos editais de chamamento público de propostas de modelagem de sistemas de logística reversa no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: Copam, [2013].

_____. Semad. **Termo de compromisso para a logística reversa de baterias de chumbo-ácido.** Belo Horizonte: Semad, 03 abr. 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Logística reversa.** Brasília. Disponível em: < <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-perigosos/logistica-reversa>>. Acesso em: 13 jul. 2020.

_____. **Painel Resíduos Sólidos Urbanos.** Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente. 2017. Disponível em: < <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjojNGVhYTRiZTktMGUwZS00OWFiLTgwNWYtNGQ3Y2JlZmJhYzFiliwidCI6IjJmY2ZmE5LTNmOTMtNGJiMS05ODMwLTYzNDY3NTJmMDNINCIsImMiOjF9>>. Acesso em: 8 ago. 2020.

MIRANDA, Nathallia M.; MATTOS, Ubirajara A. O.. Revisão dos modelos e metodologias de coleta seletiva no Brasil. **Sociedade e Natureza.** Uberlândia, v. 30, n. 2, p. 1-22, mai./ago. 2018.

MORAES, Isabela. Era Vargas: 1930-1945. **Politize!.** 2019. Disponível em: <<https://www.politize.com.br/era-vargas/>>. Acesso em: 22 set. 2020.

MORAIS, Márcio de. Estatal e BNDES divergem sobre a privatização. **Folha de S.Paulo.** São Paulo, ano 77, n. 24761, 17 jan. 1997. Brasil, p. 4. Disponível em: < <https://acervo.folha.com.br/leitor.do?numero=13402&anchor=5345355&origem=busca&originURL=&pd=4918a996c3bd341cfefa4545234cc810>>. Acesso em: 07 out. 2020.

MUELLER, Charles C.. Economia, Entropia e Sustentabilidade: abordagem e visões de futuro da Economia da Sobrevivência. **Estudos Econômicos.** São Paulo, v. 29, n. 4, p. 513-550, out./dez. 1999.

NASCIMENTO, Elimar P. do. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. **Estudos Avançados.** São Paulo, v. 26, n. 74, p. 51-64, 2012.

NETO, Raul O.; SOUZA, Luis E. de; PETTER, Carlos O.. Avaliação da gestão integrada de resíduos sólidos urbanos no Brasil em comparação com países

desenvolvidos. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 5, p. 3809-3820, dez. 2014.

NOFER, Michel *et al.* Blockchain. **Business e Information Systems Engineering**. Springer, v. 59, p. 83–187, mar. 2017.

ONU. Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED), Cúpula da Terra. **Sustainable Development Goals**. Disponível em: <
<https://sustainabledevelopment.un.org/milestones/unced>>. Acesso em: 08 jul. 2020.

ONU BRASIL. **Agenda 2030**. Disponível em: <
<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em: 10 jul. 2020[a].

_____. Conferências de meio ambiente e desenvolvimento sustentável: um miniguia da ONU. **Desenvolvimento sustentável**. 2017. Disponível em: <
<https://nacoesunidas.org/conferencias-de-meio-ambiente-e-desenvolvimento-sustentavel-miniguia-da-onu/>>. Acesso em: 08 jul. 2020[b].

OLIVEIRA, Leandro D. de. Os “limites do crescimento” 40 anos depois: das “profecias do apocalipse ambiental” ao “futuro comum ecologicamente sustentável”. **Revista Continentes**. Rio de Janeiro, ano 1, n. 1, p. 72-90, 2012.

OLIVEIRA NETO, Raul; SOUZA, Luis E. de; PETTER, Carlos O.. Avaliação da gestão integrada de resíduos sólidos urbanos no Brasil em comparação com países desenvolvidos. **Revista Monografias Ambientais – REMOA**. Santa Maria: Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM, v. 13, n. 5, p. 3809-3820, dez. 2014.

PAULA, Ana P. P. de. Administração pública brasileira entre o gerencialismo e a gestão social. **RAE-Revista de Administração de Empresas**. Belo Horizonte, v. 45, n.1, p. 36-49, jan./mar. 2005.

_____. **Por uma nova gestão pública**. 1. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2005. Disponível em: < <https://www.livrebooks.com.br/livros/por-uma-nova-gestao-publica-ana-paula-paes-de-paula-kgt09lgkvrlic/baixar-ebook>>. Acesso em: 27 jun. 2020.

PAULA, João A. de. (coord.). **Biodiversidade, População e Economia: uma região de mata atlântica**. Belo Horizonte:UFMG/Cedeplar; ECMXC; PADCT/CIAMB, 1997.

PIMENTEL *et al.* A gestão de resíduos sólidos do município de João Pessoa – PB: uma abordagem sobre as rotas tecnológicas. *In*: FÓRUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 10., 2019, João Pessoa. **Anais[...]**. Porto Alegre: Instituto Venturi, 2019.

PORTAL SOLAR. **Usina solar no Brasil**. Disponível em: <
<https://www.portalsolar.com.br/usina-solar.html>>. Acesso em: 08 jun. 2021.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: dos ODM aos ODS. **PNUD Brasil**, 2015. Disponível em: < <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/post-2015.html>>. Acesso em: 8 jul. 2020.

REBELO, Maria P.. Os desafios do RPGD perante as novas tecnologias blockchain. **Revista Bioética y Derecho**. Barcelona, v. 46, p. 117-131, dez. 2019.

RECICLOTECA. **Metal**: história, composição, tipos, produção e reciclagem. Disponível em:< <http://www.recicloteca.org.br/material-reciclavel/metals/>>. Acesso em: 17 fev. 2021.

ROMEIRO, Ademar R.. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. **Estudos Avançados**. São Paulo, v. 26, n. 74, p. 65-92, 2012.

SÁ, Alessandro de. **Atlas Histórico, Geográfico e Cultural do Município de Timóteo**. 1. Ed. Ipatinga: Art Publish, 2014.

SANTANA DO PARAÍSO. **Decreto nº 44, de 01 de outubro de 2002**. Regulamenta as atividades de implantação e exploração de aterro sanitário no âmbito do município. Santana do Paraíso: Prefeitura Municipal, 2002a.

_____. **Despesas – Empenhos**. Disponível em:< <https://www.santanadoparaíso.mg.gov.br/despesas-por-empenhos-detalle>>. Acesso em: 09 mar. 2021.

_____. **Lei nº 068, de 27 de dezembro de 1994**. Dispõe sobre o código tributário do município. Santana do Paraíso: Prefeitura Municipal, 1994.

_____. **Lei nº 223, de 14 de janeiro de 2002**. Autoriza o executivo municipal a regulamentar por decreto as atividades de implantação e exploração de aterro sanitário no âmbito do município. Santana do Paraíso: Prefeitura Municipal, 2002b.

_____. **Lei nº 868, de 23 de fevereiro de 2017**. Estabelece a Política Municipal de Saneamento Básico do Município de Santana do Paraíso. Santana do Paraíso: Prefeitura Municipal, 2017a.

_____. **Lei nº 902, de 22 de dezembro de 2017**. Dispõe sobre a alteração da LEI 068/94. Santana do Paraíso: Prefeitura Municipal, 2017b.

SANTANA DO PARAÍSO (MG). Contrato administrativo nº 062/2018. Processo administrativo de licitação nº 271/2018. Pregão presencial nº 035/2018. **Santana do Paraíso**: Secretaria Municipal de Fazenda e Administração, 2018.

SANTOS, Angela M. M. M.; BURITY, Priscilla. O complexo automotivo. In: SÃO PAULO, E. M.; KALACHE FILHO, J. (Orgs.). **BNDES 50 anos: histórias setoriais**. Rio de Janeiro: BNDES, 2002. p. 1-21.

SANTOS *et al.* Administração política e políticas públicas: em busca de uma nova abordagem teórico-metodológica para a (re)interpretação das relações sociais de produção, circulação e distribuição. **Cadernos EBAPE.BR**. Rio de Janeiro, v.15, n.4, p. 939-959, out/dez.2017.

SCS ENGINEERS. **Aterro sanitário “Central de Resíduos do Vale do Aço” Santana do Paraíso, Minas Gerais, Brasil**. Nova Lima: FEAM, 2011.

SCHLICKMANN, Raphael. Administração pública no Brasil: o modelo burocrático. **Politize!**, 2016. Trilha de conteúdo: Administração pública no Brasil. Disponível em: < <https://www.politize.com.br/burocracia-administracao-publica-brasil/>>. Acesso em: 27 jun. 2020.

SECCHI, Leonardo. Modelos organizacionais e reformas da administração pública. **Revista de Administração Pública**. Rio de Janeiro, v. 43, n. 2, p.347-369, 2009.

SECRETARIA GERAL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **As políticas do Brasil para atingir os ODM**. Disponível em:< <http://www.fiocruz.br/omsambiental/media/ODMBrasil.pdf>>. Acesso em: 08 jul. 2020.

SILVA JR. *et al.* As conferências internacionais sobre meio ambiente e a Rio +20. *In*: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA DE INOVAÇÃO, 7., 2012, Palmas. **Ciência, tecnologia e inovação: ações sustentáveis para o desenvolvimento regional**. Palmas: IFTO, 2012.

SILVA, G. H. S.; LEITE, C. E.; DECHANDT, S. G.. Logística reversa: comparação de sua utilização no Brasil e na Suíça. *In*: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 11., 2014, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: AEDB, 2014.

SILVA, Suely B. da. O governo de Juscelino Kubitschek. **CPDOC/FGV**. Disponível em: < <https://cpdoc.fgv.br/producao/dossies/JK/artigos/Economia/PlanodeMetas>>. Acesso em: 29 set. 2020.

SNIS. Secretaria Nacional de Saneamento. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS**. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Regional. 2018. Disponível em:< <http://www.snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/>>. Acesso em: 13 ago. 2020.

SOUSA, Janeide de F.; PAIXÃO, Márcia C. S.. Plano municipal de gestão de resíduos sólidos: desafios de implementação em Cabaceiras - PB. *In*: FÓRUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 10., 2019, João Pessoa. **Anais [...]**. Porto Alegre: Instituto Venturi, 2019.

SOARES *et al.* Abordagem da disposição final dos resíduos sólidos urbanos em Umuarama - PR. *In*: FÓRUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 10., 2019, João Pessoa. **Anais [...]**. Porto Alegre: Instituto Venturi, 2019.

STRAWS, George. Blockchain. **IT Professional**. IEEE, v. 21, n. 1, p. 91-92, jan./fev. 2019.

TANURE, Betania; CANÇADO, Vera L.; HÉAU, Dominique. Acesita: o caminho para tornar-se um player global. **Economia e Gestão**. Belo Horizonte, v. 7, p. 123-156, 2007.

TIMÓTEO(MG). Edital do pregão presencial nº. 006/2018. Processo administrativo nº. 009/2018. [Contratação de empresa especializada em serviços de limpeza urbana]. **Timóteo**: órgão oficial do município, Timóteo, 26 jan. 2018.

_____. **Decreto nº 4.923, de 11 de agosto de 2017**. Dispõe sobre a nomeação do Comitê Gestor da coleta seletiva e dá outras providências. Timóteo: Prefeitura Municipal, 2017a.

_____. **Lei nº 1.508, de 10 de julho de 1995**. Dispõe sobre a coleta seletiva de lixo industrial, comercial e residencial. Timóteo: Prefeitura Municipal, 1995.

_____. **Lei nº 2.404, de 27 de junho de 2002**. Institui o Programa Municipal de Educação Ambiental. Timóteo: Prefeitura Municipal, 2002.

_____. **Lei nº 2.633, de 16 de janeiro de 2006**. Instituiu o Programa “Coleta Seletiva de Lixo” nos estabelecimentos da rede de ensino do Município. Timóteo: Prefeitura Municipal, 2006.

_____. **Lei nº 2.761, de 13 de setembro de 2007**. Acrescenta dispositivo à Lei Nº 1.508 de 10/07/95. Timóteo: Prefeitura Municipal, 2007.

_____. **Lei nº 2.997, de 02 de outubro de 2009**. Dispõe sobre liberação de entrada franca em eventos para membros da Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Timóteo – ASCATI e dá outras providências. Timóteo: Prefeitura Municipal, 2009.

_____. **Lei nº 3.076, de 12 de julho de 2010**. Acrescenta dispositivo à Lei Nº 1.508 de 10/07/95. Timóteo: Prefeitura Municipal, 2010.

_____. **Lei nº 3.336, de 30 de setembro de 2013**. Altera dispositivos da Lei nº 1835, de 29 de dezembro de 1997. Timóteo: Prefeitura Municipal, 2013.

_____. **Lei nº 3.441, de 28 de setembro de 2015**. Cria incentivo econômico para o contribuinte que promover a Entrega Voluntária de materiais recicláveis nos Postos de Entrega Voluntária – PEV. Timóteo: Prefeitura Municipal, 2015.

_____. **Lei nº 3.714, de 17 de outubro de 2019**. Dispõe sobre o Plano Municipal de Saneamento Básico. Timóteo: Prefeitura Municipal, 2019.

_____. **Lei nº 3.764, de 29 de dezembro de 2020**. Estima a receita e fixa a despesa do Município de Timóteo para o exercício financeiro de 2021. Timóteo: Prefeitura Municipal, 2020.

_____. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS):** relatório preliminar. Timóteo: Secretaria de planejamento, gestão e desenvolvimento econômico /Secretaria de obras, serviços urbanos e meio ambiente, 2017b.

_____. **Portal transparência:** Detalhamento de empenho. Disponível em:< https://transparencia.timoteo.mg.gov.br/tpc_des_vis.aspx?tipo=e&cd=2020000152001&exercicio=2020>. Acesso em: 08 mar. 2021.

TIMÓTEO: **Um município Brasileiro.** São Paulo: Empresa das Artes, 2008 [Municípios Brasileiros, 1].

UGALDE, Cláudio M. de. **Movimento e hierarquia espacial na conturbação: o caso da Região Metropolitana de Porto Alegre.** 2013. Tese (Doutorado em Planejamento Urbano e Regional) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

ULTRAMARI, Clovis; DUARTE, Fábio. **Desenvolvimento local e regional.** Curitiba: Ibpex, 2009. 134p.

USIMINAS. **Produção.** Disponível em:< <http://ri.usiminas.com/a-usiminas/producao/>>. Acesso em: 06 out. 2020.

VARELLA, Cinthia V. S. *et al.* **Mercado de reciclagem: a qualidade dos materiais.** Belo Horizonte: SEBRAE/MINAS, 2013.

VASCONCELOS, Fábio A.. **Região Metropolitana do Vale do Aço: evolução urbana, planejamento e desafios contemporâneos.** 2014. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade Socioeconômica e Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2014.

VASCONCELOS, Valtemira M.. **Migração e pendularidade: as consequências de atração da população para o município de Toritama.** 2012. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

VASCONCELOS, Yuri. Planeta plástico. **Revista Pesquisa Fapesp.** São Paulo, ano 20, n. 281, p. 18-24, jul.2019.

WATANABE-CARMELLO, Giselle; KAWAMURA, Maria R. D.. Uma educação na perspectiva ambiental crítica, complexa e reflexiva. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação e Ciências.** Belo Horizonte, v. 14, n. 2, 2014.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Análise da ecoeficiência do serviço prestado em 2020

COMPARATIVO	Coronel Fabriciano	Santana do Paraíso	Timóteo	Sudeste	Brasil
Custo de manejo RSU (hab/ano)	R\$ 50,57	R\$ 47,03	R\$ 48,88	R\$ 151,78	R\$ 137,73
Custo da coleta (hab/mês)	R\$ 2,88	R\$ 3,91	R\$ 2,81	R\$ 5,65	R\$ 5,13

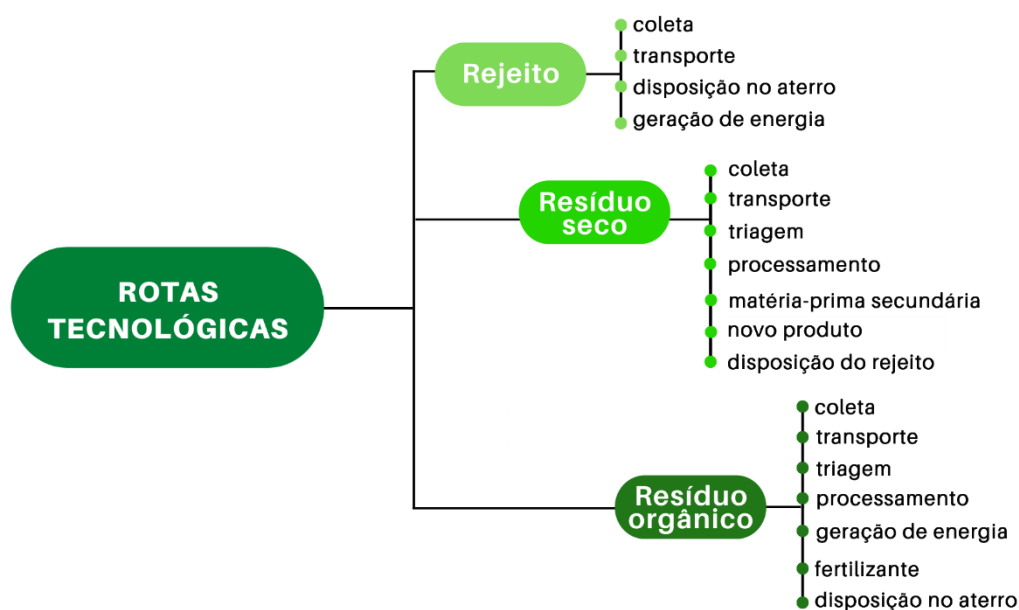
Fonte: BRASIL, 2020c; TIMÓTEO, 2021; GESOIS, 2019; CORONEL FABRICIANO, 2018; 2020; 2021b; SANTANA DO PARÍSO, 2021. Adaptado pela autora.

APÊNDICE B – Análise da autossuficiência do serviço prestado em 2020

COMPARATIVO	Coronel Fabriciano	Ipatinga	Santana do Paraíso	Timóteo
Custo do serviço de manejo (coleta + disposição em aterro)	R\$ 5.578.245,40	R\$ 23.935.336,02	R\$ 1.662.901,44	R\$ 4.427.554,00
Taxa de limpeza urbana (valor arrecadado)	R\$ 2.469.228,84	R\$ 10.856.855,12	R\$ 256.732,45	R\$ 2.950.000,00
Índice de autossuficiência	44,26%	45,36%	15,44%	66,63%

Fonte: TIMÓTEO, 2020; 2021; GESOIS, 2019; CORONEL FABRICIANO, 2018; 2020; 2021b; IPATINGA, 2021a; SANTANA DO PARÍSO, 2021. Adaptado pela autora.

APÊNDICE C – Rotas tecnológicas possíveis



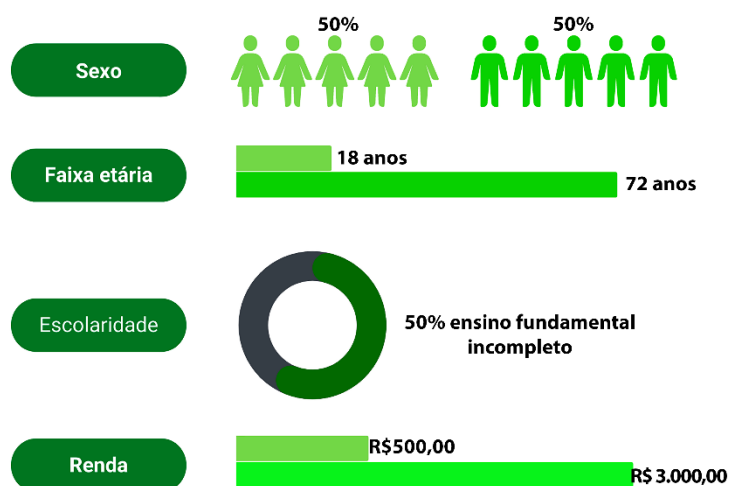
Fonte: Autora, 2021.

APÊNDICE D – Comparativo entre empresas contratadas e associações de catadores

	Empresa contratada	Associação de catadores
Serviço	Coletar RDO Disponibilizar em aterro sanitário	Coletar reciclável e triar Destinar para a reciclagem
Valor pago	Entre 1,6 e 23,9 milhões/ano	Média de 180 mil/ano
Cobertura de custos	Equipamento Maquinário Mão de obra Seguro Administração Combustível Limpeza dos caminhões Lucro GPS	Aluguel Água Luz Caminhão Motorista Combustível
Vantagem	Resolve o problema do lixo urbano.	Agrega valor econômico, social e ambiental ao problema RSU

Fonte: Autora, 2021.

APÊNDICE E - Panorama social das Associações de Catadores da RMVA



Fonte: FEAM, 2020. Adaptado pela autora.

APÊNDICE F – Projeção de geração de emprego e renda com a ampliação da cobertura da coleta seletiva em 100%, baseada nos dados de Timóteo

	TIMÓTEO	
	SITUAÇÃO ATUAL	PROJEÇÃO
Receita anual	R\$ 136,2 mil	R\$ 1,77 milhões
Nº de profissionais	15	90
Salário mensal	R\$ 756,83	R\$ 1.635,11

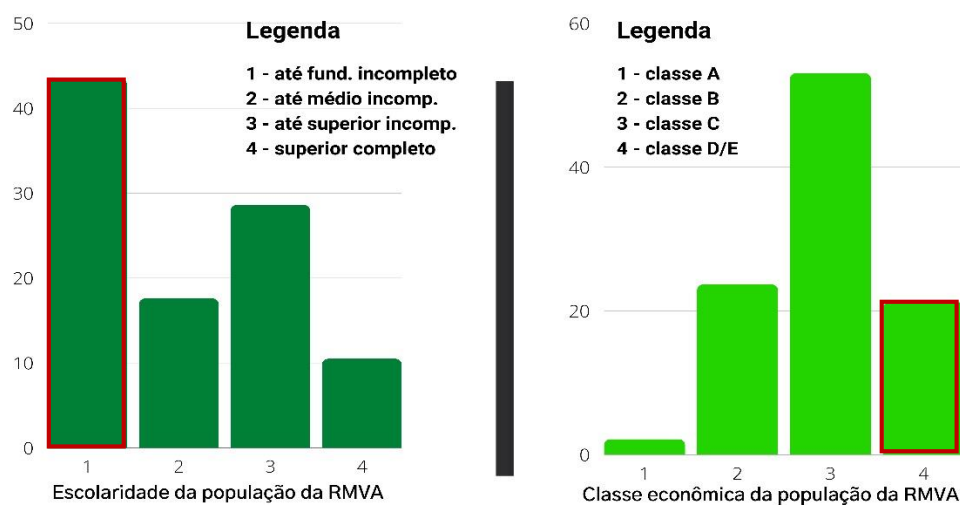
Fonte: FEAM, 2018; 2020. Adaptado pela autora.

APÊNDICE G – Projeção do volume reciclável coletado com a cobertura de 100% da coleta seletiva e recurso obtido com a venda do material, com base na análise da composição gravimétrica

MATERIAL ANO	VALOR R\$/ton 2019	IPATINGA			TIMÓTEO		
		%	TON	R\$	%	TON	R\$
TOTAL RSU COLETADO	--	100	57.586	--	100	16.222	--
Rejeito	--	49,68	28.609	--	55,63	9.024	--
Orgânico	--	33,13	19.078	--	21,54	3.494	--
Plástico	920,00	8,52	4.907	4.513.786,80	5,89	956	879.520,00
Papel	390,00	6,77	3.899	1.520.610,00	11,25	1.825	711.740,25
Vidro	80,00	1,31	755	60.400,00	3,82	620	49.600,00
Metal	410,00	0,58	334	136.940,00	1,88	305	125.050,00
TOTAL MATERIAL RECICL.		17,18	9.895	6.231.736,80	22,84	3.706	1.765.910,25

Fonte: GESOIS, 2019; ANCAT, 2020. Adaptado pela autora.

APÊNDICE H – Tamanho do grupo populacional que pode ser beneficiado com a geração de emprego e renda através da expansão da coleta seletiva na RMVA



Fonte: SEBRAEMG, 2020. Adaptado pela autora.

APÊNDICE I – Estimativa da economia gerada para o município de Timóteo com a cobertura de 100% da coleta seletiva

SERVIÇOS	VALOR TON.	TON. RESÍDUO RECICLÁVEL	VALOR DA ECONOMIA GERADA – POR ANO
Coleta do lixo	R\$ 188,83	3.706	R\$ 699.803,98
Disposição em aterro	R\$ 84,11	3.706	R\$ 311.711,66
TOTAL	R\$ 272,94	3.706	R\$ 1.011.515,64

Fonte: GESOIS, 2019; ANCAT, 2020. Adaptado pela autora.

APÊNDICE J – Tabulação dos dados da RMVA

	INFORMAÇÕES	CORONEL FABRI.	IPATINGA	SANTANA DO PARAÍSO	TIMOTEO	RMVA	
	População	110.290	265.409	35.369	90.568	501.636	
	Data do PMSB	2017	2016	2017	2019	-	
	Distância do aterro sanitário	22 km	7 km	15 km	24 km	-	
	Taxa cobertura urbana (%)	100	100	100	100	100	
	Taxa cobertura rural (%)	64,5	100	-	100	88,17*	
VOLUME GERADO	Resíduo gerado (t/ano)	22.700,72	57.585,6	9.396,84	16.221,6	26.476,19	
	Geração <i>per capita</i> (kg/dia/hab)	0,57	0,59	1,23	0,55	0,735	
ECOEFIÊNCIA	R\$/hab/ano	Custo manejo (coleta + disposição)	50,57	-	47,03	48,88	48,83*
		Custo da coleta domiciliar	34,61	-	47,03	33,82	38,49*
		Custo da disposição	15,17	-	0,00	15,06	10,07*
	R\$/ton	Custo manejo (coleta + disposição)	253,29	-	176,96	272,94	234,4*
		Custo da coleta domiciliar	168,13	-	176,96	188,83	177,97*
		Custo da disposição	81,29	-	0,00	84,11	55,13*
	AUTOSSUFICIÊNCIA	Custo global do manejo RSU – R\$/ano (coleta + disposição)	5.578.245	23.935.336	1.662.901	4.427.554	35.604.036
		Taxa serviço de manejo – R\$/ano (valor arrecadado)	2.469.228	10.856.855	256.732	2.950.000	16.532.816
		Autossuficiência (%)	44,26	45,36	15,44	66,63	42,92

* Médias com base nos dados obtidos.