

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
PUC-SP

Luiz Henrique Floriano Pizarro

Brasil e a Sustentabilidade: Os dez anos da política nacional de resíduos sólidos

São Paulo
2023

Luiz Henrique Floriano Pizarro

Brasil e a Sustentabilidade: Os dez anos da política nacional de resíduos sólidos

Monografia apresentada à banca examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para graduação em **Ciências Econômicas**, sob a orientação do(a) prof.(a), dr.(a) Mariana Ribeiro J Ferreira.

23

São Paulo

2023

Pizarro, Luiz Henrique Floriano
Brasil e a Sustentabilidade: Os dez anos da
política nacional de resíduos sólidos / Luiz Henrique
Floriano Pizarro. -- São Paulo: [s.n.], 2023.
57p ; cm.

Orientador: Mariana Ribeiro J Ferreira.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) --
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo,
Graduação em Ciências Econômicas, 2023.

1. CAPÍTULO 1- RESÍDUOS SÓLIDOS: ORIGEM E REFLEXÕES
SOBRE SEU DESCARTE. 2. CAPÍTULO 2- PANORAMA
NACIONAL . 3. CAPÍTULO 3- ANÁLISE DA REALIDADE DE
ESTADOS E EXPERIÊNCIAS DE MUNICÍPIOS NA DESTINAÇÃO
DOS RESÍDUOS SÓLIDOS . I. J Ferreira, Mariana
Ribeiro . II. Pontifícia Universidade Católica de São
Paulo, Graduação em Ciências Econômicas. III. Título.

Banca Examinadora

À comunidade da Pontifícia Universidade
Católica de São Paulo pelo apoio
permanente.

Tudo vale a pena quando a alma não é pequena. (Fernando Pessoa,1933)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Mapa 1- Mapa de situação Minas Gerais.....	34
Mapa 2- Mapa de situação Uberlândia.....	38
Mapa 3- Mapa de situação Belo Horizonte.....	41
Mapa 4- Mapa de situação Pará.....	45
Mapa 5- Mapa de situação Belém.....	48

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – COLETA DE RSU NO BRASIL E REGIÕES (T/ANO) E (KG/HAB/ANO)	
Coleta Total (T/ano)	24
Gráfico 2- Geração de RSU no Brasil, Geração total (t/ano)	27
Gráfico 3- Geração de RSU no Brasil, Geração per capita (kg/hab/ano)	27
Gráfico 4- Gráfico com quantidade de municípios por situação da disposição por ano.....	29
Gráfico 5- Unidades de disposição final e suas áreas de abrangência. Total de municípios atendidos por tipo de unidade de disposição final. 2019.....	30
Gráfico 6- Massa de resíduos por tipo de tratamento (t).....	31
Gráfico 7 – Massa de resíduos por tipo de disposição final (t).....	32
Gráfico 8- Massa de resíduos sólidos por tipo de tratamento, por ano (t). Minas Gerais.	35
Gráfico 9- Massa de material coletado seletivamente, por ano (t). Minas Gerais.....	35
Gráfico 10- Massa de resíduos sólidos por tipo de disposição final, por ano (t). Minas Gerais.....	36
Gráfico 11- Quantidade de municípios por tipo de disposição final, por ano (Municípios de Minas Gerais)	37
Gráfico 12- Índice de sustentabilidade de limpeza urbana, por ano (Islu).....	39
Gráfico 13- Massa de material coletado seletivamente, por ano (t). Uberlândia.....	39
Gráfico 14- Índice de sustentabilidade de limpeza urbana, por ano (islu). Belo Horizonte.....	42
Gráfico 15- Massa de resíduos sólidos por tipo de tratamento, por ano (t). Belo Horizonte.....	42
Gráfico 16- Massa de material coletado seletivamente, por ano (t). Belo Horizonte....	43
Gráfico 17- Massa de resíduos sólidos por tipo de disposição final, por ano (t). Belo Horizonte.....	44
Gráfico 18 - Massa de material coletado seletivamente, por ano (t). Pará.....	46
Gráfico 19- Massa de resíduos sólidos por tipo de disposição final, por ano (t). Pará.....	47
Gráfico 20- Quantidade de municípios por tipo de disposição final, por ano. Pará.....	47
Gráfico 21- Índice de sustentabilidade de limpeza urbana, por ano (Islu). Belém.....	49

Gráfico 22- Massa de resíduos sólidos por tipo de tratamento, por ano (t). Belém.....	49
Gráfico 23- Massa de material coletado seletivamente, por ano (t). Belém.....	50
Gráfico 24- Massa de resíduos sólidos por tipo de disposição final, por ano (t). Belém.....	51

LISTA DE QUADROS

Diagrama 1- O diagrama da borboleta: visualizando a economia circular.....	22
Tabela 1-Disposição final de RSU no Brasil e regiões, por tipo de destinação (T/ANO E %)	24
Diagrama 2- Ordem de prioridade na gestão e no gerenciamento de resíduos sólidos.....	26
Diagrama 3- Panorama das destinações.....	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
TCESP	Tribunal de Contas do Estado de São Paulo
IRR	Índice de recuperação de resíduos
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
CAPÍTULO 1- RESÍDUOS SÓLIDOS: ORIGEM E REFLEXÕES SOBRE SEU DESCARTE.....	16
1.1 Resíduos sólidos: origem histórica.....	18
1.2 Concepções de “Progresso”, resíduos e a economia circular	20
1.3 O panorama nacional sobre resíduos sólidos	23
CAPÍTULO 2- PANORAMA NACIONAL	26
CAPÍTULO 3- ANÁLISE DA REALIDADE DE ESTADOS E EXPERIÊNCIAS DE MUNICÍPIOS NA DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	34
3.1 Análise de resíduos sólidos em Minas Gerais.....	34
3.1.1 Estudo de caso: Uberlândia	37
3.1.2 Estudo de caso: Belo Horizonte.....	41
3.2 Análise de resíduos sólidos no Pará	45
3.3 Estudo de caso: Belém do Pará	48
CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

INTRODUÇÃO

Na sociedade contemporânea, a transformação de diversos recursos naturais em produtos gerou um grave problema de descarte. Estudos hoje apresentados demonstram que o descarte inadequado afeta todo o planeta. Segundo matéria publicada na revista Galileu (2023), o descarte inadequado de plásticos que acaba por terminar nos oceanos gerou um problema de microplásticos em toda cadeia natural aquática. A descoberta de microplásticos no intestino de animais que habitam as regiões oceânicas mais profundas do planeta gerou um alerta global sobre a forma com que os resíduos sólidos são descartados. Dessa forma, o estudo sobre a política nacional de resíduos sólidos visa a melhor compreensão do que pode ser feito para melhorar na qualidade ambiental e descarte de resíduos.

Ao verificar o caso brasileiro sobre o descarte de resíduos, por exemplo, uma notícia publicada no Diária de Pernambuco (2023) afirma, que no ano de 2022, o Brasil gerou 64 quilos de resíduos plásticos por pessoa que, caso não sejam descartados corretamente, podem afetar o meio ambiente em que vivemos.

Considerando a relevância do tema, esta monografia tem como objetivo explicar e verificar a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a fim de analisar os benefícios e os problemas que a PNRS obteve desde sua implementação. Dessa forma, possibilitando uma melhoria na qualidade da gestão dos resíduos sólidos no país. A hipótese central da monografia é a verificação da possibilidade de expansão e maior investimento na área de resíduos sólidos.

Esta monografia é formada por essa breve introdução, três capítulos e considerações finais. No primeiro capítulo ocorre a verificação das conferências, manifestos e discussões sobre a geração e descarte adequado de resíduos. O capítulo aborda as diretrizes fundamentais e o entendimento internacional sobre o tema, levando em consideração o que é considerável correto para preservação dos materiais necessários para as gerações futuras.

O segundo capítulo é construído sobre uma análise mais detalhada da implementação da PNRS no Brasil e como isso ocorreu. Verifica-se neste capítulo a forma com que a lei foi criada, abordando os direitos e deveres de todos para com o descarte adequado de resíduos sólidos.

O terceiro e último capítulo é formado pela análise de casos e dados. Verifica-se inicialmente dados do estado de Minas Gerais e da cidade de Belo Horizonte e Uberlândia para que ocorra a verificação da situação da região permitindo uma melhor análise dos estudos de caso. O capítulo três termina com a análise do estado do Pará e da cidade de Belém para verificação de um caso que analisa a coleta seletiva que ocorreu na cidade.

CAPÍTULO 1- RESÍDOS SÓLIDOS: ORIGEM E REFLEXÕES SOBRE SEU DESCARTE

Os resíduos sólidos têm grande presença no dia a dia. Considerando que toda atividade gera um certo resquício, geramos grande quantidade de lixo diariamente. Considerando a definição de resíduos segundo o dicionário de termos utilizados em ecologia: “aquilo que resta de qualquer substância ou processo, por exemplo, restos de óleo que ficam presos na tubulação e não entram no processo de produção do petróleo. Os resíduos podem ser reaproveitados no próprio processo (reutilização), utilizados em outros processos (reciclagem) ou descartados num lugar apropriado (descarte).” (LIMA, FILHO, ARAÚJO, 2016, p. 157)

Dessa forma, entendemos que a atividade humana, seja ela derivada de simples tarefas diárias ou da criação em larga escala de produtos para consumo da população, gera resíduos. A discussão sobre a sustentabilidade e a quantidade de resíduos criados no desenvolvimento humano ocupa grande espaço na discussão global no início da década de 1980, pois as consequências de o desenvolvimento desenfreado começarem a se tornar evidentes em todo planeta. O entendimento sobre as consequências da exploração de forma abrupta dos recursos finitos da planta tornou a situação da produção e do descarte de resíduos uma grande preocupação.

O primeiro relatório que vem a abordar a questão é o relatório Nosso Futuro Comum, de 1987, construindo a perspectiva do desenvolvimento sustentável. O desenvolvimento sustentável é compreendido a partir da premissa de que o desenvolvimento das gerações atuais não afete a distribuição e os recursos para o desenvolvimento das gerações futuras. (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1988, p. 2) Neste ponto do relatório é levantado um desentendimento sobre o desenvolvimento que ocorreu anteriormente e o que deve ocorrer em sequência, sendo que os países subdesenvolvidos e que estão em desenvolvimento atualmente exploram de forma mais acelerada seus recursos naturais levando em consideração que esses recursos ainda são necessários para subsistência e desenvolvimento da população que possui muitas vezes necessidades básicas para serem satisfeitas. Para os países que já se desenvolveram, a questão diz respeito ao desenvolvimento prévio sem abordar de forma efetiva o pensamento sobre a escassez dos recursos fornecidos pelo planeta.

Nos países subdesenvolvidos, parte da população explora o meio ambiente de forma mais direta buscando retirar proveito dos recursos naturais para subsistência. Os autores do relatório buscam fundamentar uma forma de desenvolvimento que seja capaz de desenvolver

a economia mundial de forma contínua permitindo que a população no geral atinja um desenvolvimento básico capaz de suprir todas as suas necessidades básicas.

Diante disso, cabe a reflexão sobre a relação que possuímos com os recursos naturais, a forma e a velocidade de exploração, frente a sua capacidade de recuperação e possibilidade de serem reciclados. Caberia ao poder público estudar e analisar o desenvolvimento e os impactos que podem ocorrer com a instalação de um novo segmento elétrico, a instalação de uma nova indústria, entre outros. Tanto a questão social quanto a ambiental é de grande importância para que verifiquem se a instalação deste novo segmento é plausível ao desenvolvimento atual e futuro, levando em consideração o impacto da instalação pode ocorrer que um novo segmento elétrico, por exemplo, não seja benéfico para o desenvolvimento futuro do local (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1988).

Um grande problema apresentado no relatório é como o desenvolvimento nos termos percebidos ao final da década de 1980 poderia ocorrer levando em consideração o desenvolvimento desenfreado precedente. O ritmo e tipo de produção que culminou no que se compreende como os países hoje conhecidos como desenvolvidos provocou um desequilíbrio que afetou diretamente no ecossistema do planeta, com consequências atualmente visíveis relacionadas as mudanças climáticas, como o aquecimento global, desertificação de ecossistema e extinção de espécies são frutos da forma desordenada de exploração.

O desenvolvimento sustentável propõe frear está exploração avassaladora para que possamos garantir o desenvolvimento e os recursos para futuras gerações sem colocar em risco a vida em equilíbrio no planeta, como por exemplo a exploração desenfreada da água de um rio para fabricação de um produto, que ao final do ciclo descarta água do rio poluída de volta em seu leito criando uma série de consequência para aqueles que utilizam do rio após a empresa, ou até mesmo aqueles que procuram subsistência ao longo do leito.

Para que ocorra uma melhora no desenvolvimento e na gestão de resíduos no geral, inicialmente é necessário procurar formas de reutilizar produtos. A reciclagem por definição significa a transformação de objetos materiais utilizados anteriormente em novos produtos para o consumo. Dessa forma, é possível fazer com o que a vida útil de um produto para consumo seja maior, permitindo que o processo de exploração desenfreado que busca a simples exploração de recursos finitos do planeta tenha uma desaceleração.

Levando em consideração a grande quantidade de matérias cabíveis de transformação existem diversos materiais que são utilizados no processo industrial, alguns materiais possuem maior índice de reciclagem do que outros, permitindo e favorecendo a sua utilização quando levamos o desenvolvimento e o descarte em consideração. A reciclagem possui diversos aspectos e o material reciclado pode ser reciclado em vários níveis, atualmente no

brasil um material que possuem alto índice de reciclagem e possui 100% de reaproveitamento e o alumínio. Dessa forma, a separação do material de alumínio, a venda para pequenos grupos de recicladores de metal que acabam por vender este material para as siderúrgicas permite que o alumínio seja levado novamente para a linha de produção após a reciclagem, dessa forma, a indústria muitas vezes é capaz utilizar um material mais barato diminuindo o custo em sua linha de produção (FOSTER, ROBERTO, IGARI, 2016).

1.1 Resíduos sólidos: origem histórica

Em séculos passados, a forma de produção humana era menos devastadora, os pequenos artesões que se desenvolveram na Europa no período da alta idade média confeccionavam utensílios em baixa escala demorando muitas vezes dias para confecção de um único produto. O advento da revolução industrial na Inglaterra muda totalmente este panorama, com o aumento da população e ao modificar as confecções e criar processos fabris, nos quais não se demora mais tanto tempo para produção da mercadoria, com o mercado consumidor maior a busca por oferecer produtos a todos (MAIA, AZEVEDO, ARAÚJO, 2018).

A produção em larga escala, que tem início nesse período, cria uma grande diferença com a forma com que os recursos naturais eram explorados anteriormente e como serão explorados a partir de então. Anteriormente, com o processo de produção mais artesanal, a população retirava recursos do meio ambiente quando necessário para produção de uma mercadoria. Esta distância e o tempo entre a solicitação de uma nova mercadoria e o tempo de produção permitiam um tempo para que o ambiente pudesse se recompor e aquela exploração não fosse altamente danosa a natureza. O aumento da população e a revolução industrial mudaram de forma profunda este processo; a produção em larga escala, que não respondia a demandas e sim produzia mais quantidades, torna muito curto o período em que o meio ambiente se recupera da retirada da matéria prima (MAIA, AZEVEDO, ARAÚJO, 2018).

A exploração dos recursos naturais e a produção dessas mercadorias nesse período não possuíam qualquer pensamento teórico sobre as suas consequências para natureza. A alta exploração de combustíveis fósseis, como no caso do carvão utilizado nas máquinas a vapor, é posteriormente reconhecida como uma das grandes responsáveis pelo aquecimento global. Diante disso, pode-se perceber que o estudo ou a preocupação com as consequências dessa exploração não eram abordados na época, o que permitiu, como vimos anteriormente uma, exploração desenfreada do meio ambiente, criando um grande problema para geração atual que vira a refletir até as gerações futuras.

A produção dessas mercadorias em larga escala cria também o tema central abordado por este trabalho, os resíduos. Com a mudança do processo de produção e a não confecção por artesões, o processo produtivo é alterado e agora cada trabalhador tem uma certa função na produção da mercadoria impossibilitando o que a produção possa ser feita de forma consciente e que cada pedaço de matéria prima pudesse ser explorado. Ou seja, com o advento do modo de produção capitalista, a dinâmica da produção muda completamente, calcado nas alterações nas relações de trabalho e gerando um ritmo de produção (e geração de resíduos) em escalas cada vez maiores.

A disseminação do padrão de produção capitalista nos séculos seguintes, e principalmente após a segunda guerra mundial, fez com que a produção de bens de consumo, aliadas as recorrentes ferramentas de venda que se criaram com a globalização, como o marketing e a publicidade, torna a compra de mercadorias muito mais abrangente. Dessa forma, uma pessoa que antes consumia levando em conta simplesmente sua subsistência agora possui necessidades socialmente determinadas pelo mercado, que são redimensionadas constantemente para que ela se encaixe nas necessidades da produção. (ZANETI, SÁ e ALMEIDA, 2009)

Vale ressaltar a grande produção de bens de consumo associada à concorrência capitalista. A venda do produto produzido vem atrelada a capacidade de consumo do indivíduo. Dessa forma, o mercado busca continuamente preços mais baixos do que seu concorrente, o que torna o produto mais frágil e com menos tempo de vida. Os avanços na produção vêm atrelados a um consumo mais rápido e uma mercadoria mais frágil que possui tempo de vida mais curto forçando o indivíduo a renovar e comprar novamente muito em breve. (ZANETI, SÁ e ALMEIDA, 2009). Além dessas relações de produtos de curta vida, atualmente, os produtos digitais já vêm atrelados a atualizações de softwares periodicamente para que em um curto período eles já estejam antigos ou ultrapassados.

O advento da produção capitalista e a forma com que o processo de produção se desenvolveu ao longo do tempo foi completamente separado da questão ambiental. (MAIA, AZEVEDO, ARAÚJO, 2018) O capital não se preocupa com a forma que a natureza é explorada, e essa relação foi estabelecida por meio do consumo desenfreado e sem preocupações que força o indivíduo a procura de novas mercadorias, pelo fato delas já serem produzidas com tempo de vida curto, ou simplesmente pela questão de elas serem feitas para se desatualizar rapidamente perante as outras. Cabe verificar que todo processo atual gera impactos ambientais e sociais sendo o processo grande ou pequeno. A reflexão sobre a forma com que o processo de produção se desenvolveu e a produção de lixo que ele gera deve estar atrelada a entendimento que o processo atual torna muito complicado a ideia sobre uma melhor utilização das mercadorias para um ciclo de vida maior. (MAIA, AZEVEDO, ARAÚJO, 2018)

1.2 Concepções de “Progresso”, resíduos e a economia circular

A atual situação do Brasil e do Mundo no contexto da resolução do problema da geração de lixo é muito complicada, com descarte inadequado de grande parte do que é produzido. Dessa forma, é necessário buscar uma forma de reutilizar os produtos que favoreça tanto o processo de produção quanto o meio ambiente. A maior parte dos recursos naturais disponível na terra é finita, dessa forma, é necessário separá-los em dois grupos os essenciais e os não essenciais para sobrevivência humana. Alguns recursos naturais como a terra, água e espaço são extremamente necessários para continuidade da vida humano, sem eles não seria possível continuar vivendo de forma tranquila em nosso planeta, ficam assim definidos como “critical natural capital”. (TURNER, PEARCE e BATEMAN, 1983, pg. 30)

Outros recursos mesmo essenciais para desenvolvimento não entram no aspecto de insubstituíveis, portanto, deve-se procurar formas de lidar com a exploração deles. (TURNER, PEARCE e BATEMAN, 1983)

Para uma análise mais completa é necessário abordar a forma com que o capital se desenvolveu e gerou um processo de produção que não busca uma harmonia com a natureza e sim uma forma predatória de maior ganho de capital e acúmulo de riqueza.

O advento da revolução industrial gerou um avanço na produtividade muito significativo, mas este avanço impulsionou a velocidade da retirada de recursos da natureza. O processo de produção se inicia com a retirada da matéria prima da natureza para confecção de um produto. Na etapa da confecção, o consumo de energia e de outros materiais ou matérias primas que permitam a transformação da matéria prima inicial e um novo produto entram em ação. Isso demonstra que o processo de produção transforma e utiliza diversos recursos para construção de um único que será comercializado e utilizado por um indivíduo que após o fim do seu uso o descartará. O aumento da população e o aumento do consumo pioram de forma desproporcional essa retirada de matérias primas da natureza, gerando assim um aumento ainda maior no impacto que a natureza sofre com a o processo de produção em larga escala. (FOSTER, ROBERTO e IGARI, 2016)

Um desenvolvimento sustentável está atrelado diretamente a esse processo de produção criado com a revolução industrial. Para que qualquer estratégia de desenvolvimento sustentável tenha eficácia será necessário confrontar e questionar quanto a população mundial será capaz de efetivar um desenvolvimento sustentável. Para isso, é necessário que a população toda tenha ao menos o básico para sobrevivência de forma uma forma sustentável, o que implica na diferença atual no desenvolvimento dos países. Países que se

encontram em desenvolvimento possuem maior quantidade de recursos inexplorados em relação a países que já se desenvolveram anteriormente com o processo de produção predatório. Dessa forma, a dinâmica de um desenvolvimento sustentável deve inicialmente reduzir a vulnerabilidade e criar um modelo que permita uma segurança alimentar e um desenvolvimento básico local, permitindo que os países criem programas capazes de lidar e observar as consequências já geradas, além de fiscalizar modelos que se encontram de forma inapropriada retirando proveitos da natureza de forma acelerada e desorganizada. (TURNER, PEARCE e BATEMAN, 1983).

Para Foster, Roberto e Igari (2016), o descarte desses resíduos gerados no processo de produção cria um grande desafio no modelo de consumo atual. A geração de resíduos sólidos urbanos alcança cerca de 1,3 bilhão de toneladas por ano no mundo. A maior parte destes resíduos é destinada para aterros sanitários, seguidas por reciclagem, incineração, despejo em lixões e compostagem.

Diante disso, os métodos utilizados para a destinação desses resíduos não solucionam o problema do descarte dos resíduos. Para os autores a abordagem da economia circular, que busca propor a reinserção dos materiais no ciclo produtivo visando minimizar a deposição no ambiente é considerada uma ótima alternativa.

A economia circular busca diminuir o uso de recursos naturais e produção de resíduos ao modificar e reformar o sistema econômico linear e unidirecional de extração, produção e deposição. Como grande parte dos recursos explorados para produção de mercadorias é finito, o fechamento de cadeias produtivas hoje se torna de grande importância e relevância já que a quantidade total de matéria prima não pode ser sanada somente com a exploração dos recursos.

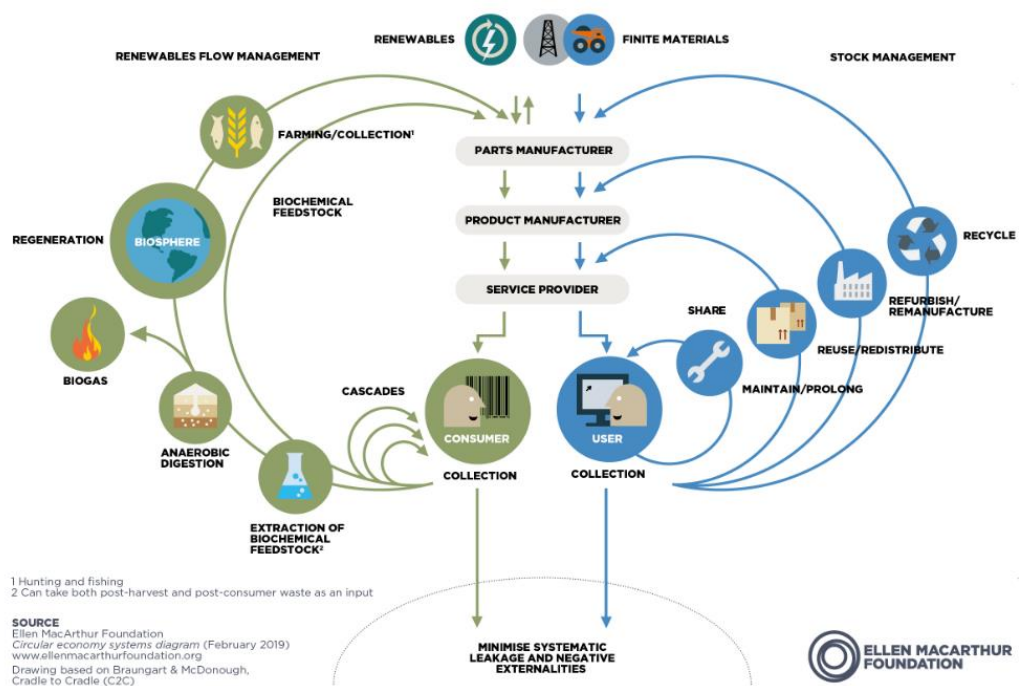
Dessa forma, a economia circular busca que produtos e serviços possuam mais tempo de vida e a possibilidade de serem reparados, atualizados ou restaurados seja maior permitindo assim que o modelo linear de produção e descarte seja substituído. (FOSTER, ROBERTO e IGARI, 2016)

Outros modelos que também possuem uma ideia de desenvolvimento mais sustentável são a simbiose industrial e a ecologia industrial. A ecologia industrial busca minimizar o uso de recursos naturais, a adoção de tecnologias mais limpas na reciclagem de resíduos e subprodutos do processo produtivo levando a uma reestruturação do processo produtivo, afinal de contas as industriais possuem a tecnologia e o capital necessário para desenvolver seus produtos visando os impactos ambientais. A simbiose Industrial é o conceito que busca otimizar o consumo de energia e materiais ao mesmo tempo que promove a minimização da geração de resíduos. A associação de indústria distintas pode trazer redução de custos e vantagens competitivas além de minimizar os impactos ambientais. (FOSTER, ROBERTO e IGARI, 2016)

A fundação Ellen McArthur (2022) define a economia circular a partir de três aspectos: 1. a eliminação de desperdício e poluição; 2. a regeneração da natureza; e 3. a circulação de produtos e materiais. A fundação propõe que, ao pensar na criação de um produto, é necessário abordar um aspecto em seu design que permita que o produto continue um uso com seu máximo valor pelo maior tempo possível. Dessa forma, é necessário verificar e moldar o processo de produção para que ele seja capaz de remodelar e durar, permitindo o seu reparo e uma remanufatura que possibilita que o produto seja utilizado mais vezes por mais pessoas e por uma maior quantidade de tempo. Sendo assim, será necessário diminuir o desperdício visando um uso racional e que permita a reutilização dos produtos no processo de produção pensando na natureza dos recursos naturais, que possibilitam eliminar o desperdício e a poluição criando um ambiente que possa melhorar a biodiversidade, intensificando a qualidade da água e do ar.

Diante disso, a instituição criou um diagrama que possibilita a análise do processo da economia circular. Conhecido como o diagrama da borboleta pode-se perceber que existem dois ciclos no diagrama, o ciclo técnico propõe utilizar os produtos e materiais e mantê-los circulando na economia a partir de processos como reutilização, reciclagem e remanufatura. No ciclo biológico, a decomposição do material permite que a natureza utilize esses nutrientes para se autorregenerar.

Diagrama 1- O diagrama da borboleta: visualizando a economia circular.



Fonte: Fundação Ellen MacArthur

1.3 O panorama nacional sobre resíduos sólidos

No Brasil, a disposição final dos resíduos é definida na política nacional de resíduos sólidos, que prevê que o destino dos resíduos é responsabilidade do órgão municipal que coleta o resíduo doméstico. Dessa forma, os resíduos devem ser alocados em um local plausível que possibilite evitar danos, riscos à saúde pública e minimizar os impactos ambientais.

A Lei N 12.305, de agosto de 2010 instituiu a política nacional de resíduos sólidos. Dessa forma, foi substituída a lei nº 9.605 de fevereiro de 1998 e ficou definido em seu artigo primeiro as diretrizes do gerenciamento dos resíduos sólidos, incluindo as responsabilidades e deveres dos poderes público e dos geradores de resíduos.

A lei 12.305 abrange as diretrizes segundo os incisos, a compreensão dos resíduos sólidos na área urbana, contaminadas, entre outras. A forma em que a coleta seletiva, a destinação final e o gerenciamento dos resíduos sólidos ficam explicadas e detalhadas em cada situação e na forma em que devem ser abordadas.

No quarto e quinto artigo desta lei é definido o conjunto de ações e diretrizes que o Governo Federal deve tomar em relação ao gerenciamento ambiental adequado dos resíduos sólidos. Dessa forma, fica evidenciado em seus incisos os parâmetros de abordagem da lei que busca em seus instrumentos gerenciar a coleta seletiva, a educação ambiental, o monitoramento e a fiscalização ambiental, os planos de resíduos sólidos, o investimento e o desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de se agrupar o investimento em associações de catadores, entre outros.

Em seu nono artigo fica definida a ordem de prioridade no gerenciamento dos resíduos sólidos, sendo ela: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

No decimo terceiro artigo é definido a classificação dos resíduos sólidos sendo ela quanto a origem e a periculosidade. Nos demais artigos fica explícito os planos da política nacional e as definições impostas para a elaboração de planos estaduais e municipais de resíduos sólidos e seus diretrizes.

No entanto, após uma década, grande parte do que havia sido planejado na legislação de 2010 não ocorreu de fato. Atualmente, grande parte dos resíduos coletados são destinados a aterros sanitários e lixos. Segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos (2021), no ano de 2020, 46 milhões de toneladas (60%) dos resíduos sólidos urbanos foi destinada a aterros sanitários; já os outros 40% foram destinados a lixões e aterros controlados, que são áreas de disposição inadequada.

Tabela 1-Disposição final de RSU no Brasil e regiões, por tipo de destinação (T/ANO E %)

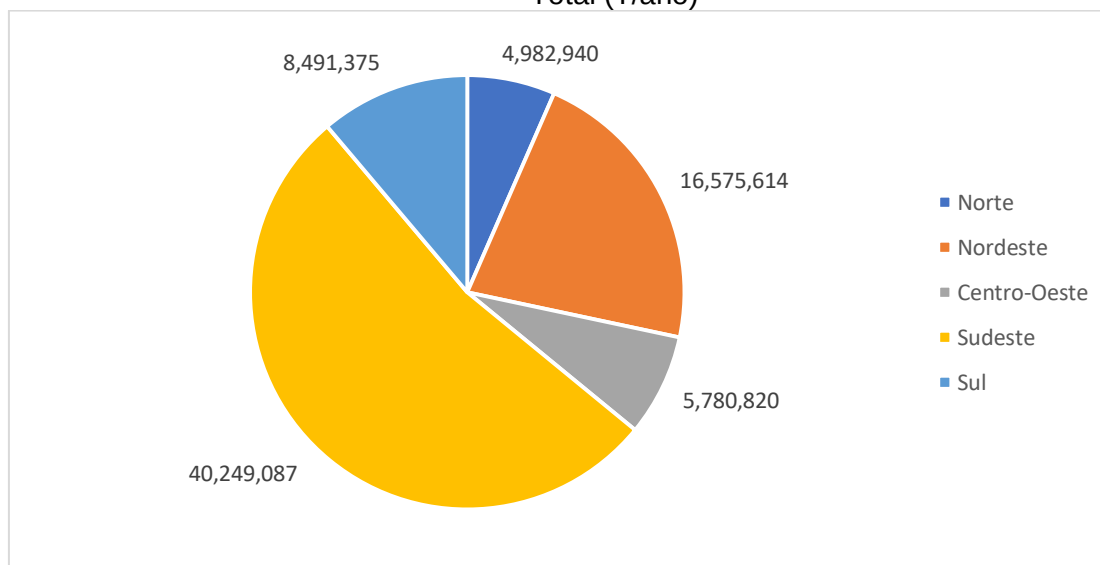
Região	Disposição adequada		Disposição inadequada	
	t/ano	%	t/ano	%
Norte	1.773.927	35,60%	3.209.013	64,40%
Nordeste	6.016.948	36,30%	10.558.666	63,70%
Centro-Oeste	2.456.849	42,50%	3.323.972	57,50%
Sudeste	29.542.830	73,40%	10.706.257	26,60%
Sul	6.011.894	70,85%	2.479.482	29,20%
Brasil	45.802.448	60,20%	30.277.390	39,80%

Fonte: Panorama dos Resíduos Sólidos 2021. Elaboração própria

Considerando que grande parte da população brasileira reside na região sudeste, nesta região se encontra a maior incidência de resíduos sólidos urbanos, seguido da região nordeste, sul, centro-oeste, norte, segundo o panorama dos resíduos sólidos no Brasil

Tendo em vista, que grande parte da produção de resíduos domiciliar é coletado pelos serviços de limpeza urbana, a região sudeste possui a maior área de cobertura para a coleta de resíduos urbanos. As regiões sul, sudeste e centro-oeste já possuem bons índices de coleta de resíduos sólidos superando a média nacional, segundo o panorama efetuado anualmente pela Abrelpe (Associação Brasileira de empresas de limpeza Pública e resíduos Especiais), o que implica que as regiões norte e nordeste não se encontram acima da média nacional com cerca de 80% dos resíduos são coletados pelos serviços de limpeza urbana deixando um déficit de 20% na coleta.

Gráfico 1 – COLETA DE RSU NO BRASIL E REGIÕES (T/ANO) E (KG/HAB/ANO) Coleta Total (T/ano)



Fonte: Panorama dos Resíduos Sólidos 2021. Elaboração própria

No Brasil, cerca de 75% dos municípios possuem alguma iniciativa de coleta seletiva. A questão é que essas iniciativas muitas vezes não abrangem a totalidade do município, não permitindo que a coleta seletiva ocorra na totalidade desses 4.145 municípios.

A análise do gráfico 1 permite verificar que a disposição observada anteriormente também afeta a disposição dos resíduos. Dessa forma, o gráfico demonstra que as regiões sul e sudeste possuem uma maior porcentagem de disposição adequada do que as regiões norte, nordeste e centro-oeste.

Tendo em vista a centralidade da análise sobre a situação atual do país no que diz respeito aos resíduos sólidos, no capítulo 2 iremos focar em detalhar o panorama brevemente registrado acima.

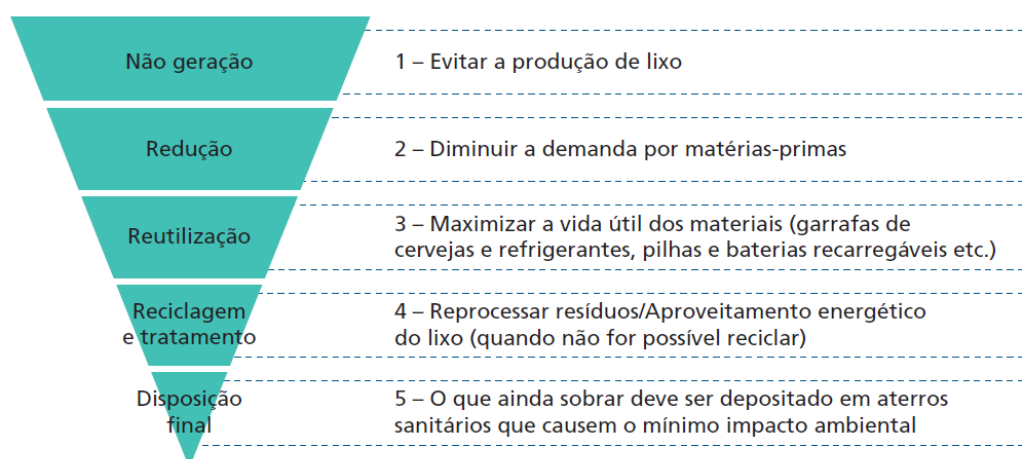
CAPÍTULO 2- PANORAMA NACIONAL

A política nacional de resíduos sólidos (PNRS) de 2010 possibilitou um grande avanço na dinâmica estrutural das responsabilidades de coleta e destinação adequada dos resíduos sólidos. Os princípios básicos da PNRS são o desenvolvimento sustentável, a precaução, valorização dos resíduos e a gestão do sistema de resíduos.

Tais princípios permitem a de uma hierarquia em relação a prioridade de gerenciamento de resíduos sólidos. Primeiramente, o foco é evitar a geração de resíduos, causando assim uma demanda por matérias primas. Dessa forma, maximizando a vida útil dos materiais, permitindo que ao final da vida útil seja possível reprocessar os resíduos, efetivando um reaproveitamento tanto material quanto energético. Essa lógica possibilitaria que somente o que realmente não seja reaproveitado seja destinado a aterros sanitários corretamente, permitindo um descarte adequado.

Diagrama 2- Ordem de prioridade na gestão e no gerenciamento de resíduos sólidos

Figura 1. Ordem de prioridade na gestão e no gerenciamento de resíduos sólidos



Fonte: Elaboração própria, com base na Lei Federal 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/12305.htm>. Acesso em: 22 out. 2018.

Fonte: Silva, apud Kinas (2021). Elaboração própria.

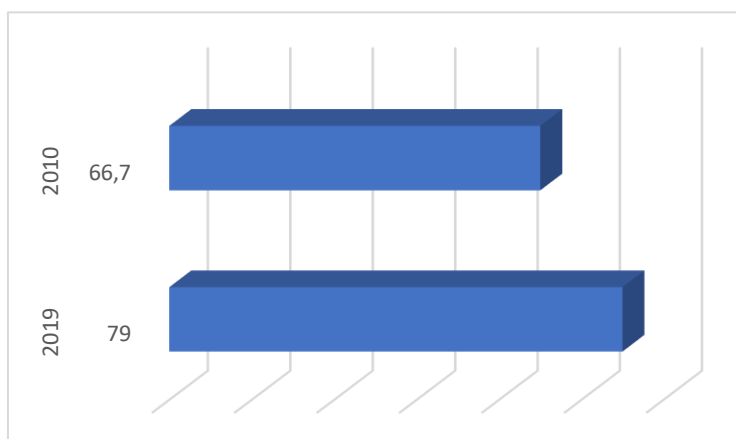
Dessa forma, os resíduos sólidos urbanos ficam definidos como a soma dos resíduos domiciliares e dos resíduos públicos, cujo manejo e prestação dos serviços é das prefeituras municipais. As ações exercidas na coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada devem estar de acordo com o PNRS. O sistema de manejo dos resíduos sólidos deve estar de acordo com o processamento, infraestrutura e realidades

de cada município, podendo eles adotar diversas soluções tecnológicas para o manejo. (ABRELPE 2021)

Os primeiros oito anos da PNRS de 2010 permitiu um grande avanço legal e um pequeno avanço no que se refere à sua implementação.

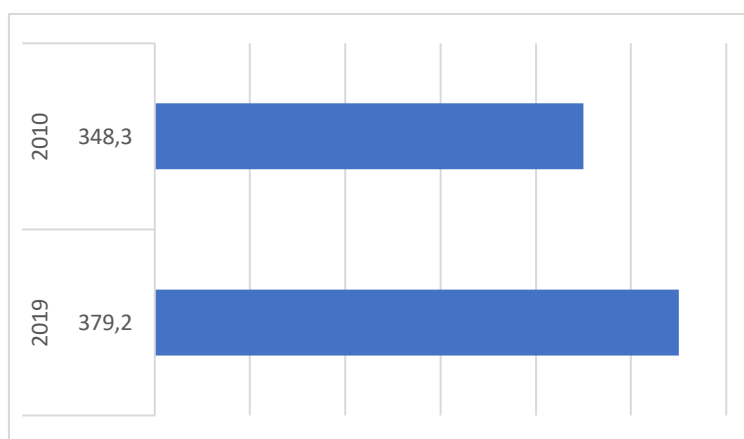
Segundo a Abrelpe (2022), a geração de resíduos sólidos no Brasil teve um aumento considerável de 2010 a 2019. A geração total no ano de 2010 foi de 66,7 milhões de toneladas e a geração em 2019 aumentou para um total de 79 milhões de toneladas.

Gráfico 2- Geração de RSU no Brasil, Geração total (t/ano)



Fonte: Abrelpe. Elaboração própria

Gráfico 3- Geração de RSU no Brasil, Geração per capita (kg/hab/ano)



Fonte: Abrelpe. Elaboração própria

Um aspecto importante, e que não foi resolvido nos primeiros anos da PNRS, é a baixa difusão de aterros sanitários como solução final (ABRELPE 2021). A baixa adesão aos aterros sanitários causa um grande prejuízo na separação e tratamento dos resíduos. Uma grande quantidade de insumos acaba por se perder no lixo de municípios que são onerados pela necessidade de destinar corretamente um grande volume de resíduos sólidos urbanos.

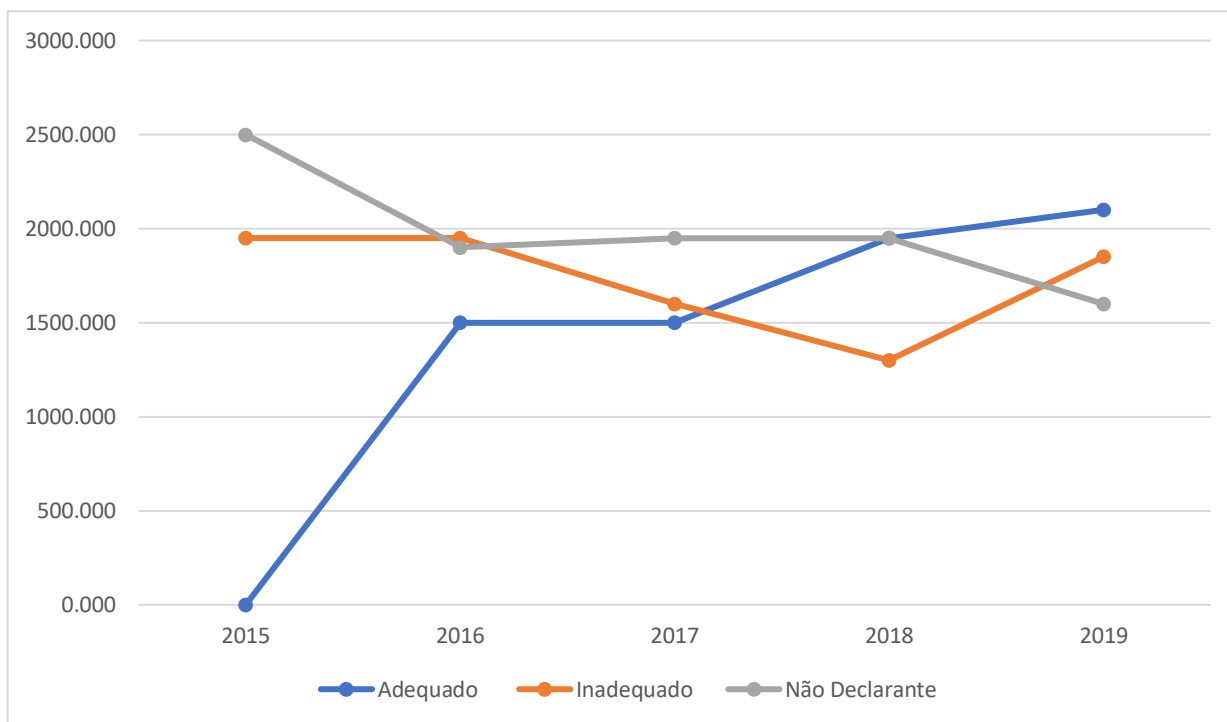
Para a coleta ocorrer, é necessário o envolvimento de pessoas e serviços. No geral, é comum que a prefeitura contrate uma empresa terceirizada, que deverá contratar mão de obra para a coleta e destinação adequada: “foram estimados o total de aproximadamente 357,8 mil trabalhadores diretos e 15,4 mil trabalhadores envolvidos nos serviços de frentes de trabalho temporárias.” (ABRELPE 2021, p.113). O transporte e coleta dos resíduos sólidos é comumente a etapa de maior custo para todo o sistema. A coleta e o manejo para regiões adequadas de todos os domicílios, comércios, entre outros cria uma necessidade de um grande esquema de planejamento e organização.

O lixo reciclado no Brasil ganha grande foco com a política nacional de resíduos sólidos. Dados do Ipea (2018) demonstram que os catadores são responsáveis por 90% do lixo reciclado no Brasil. Os catadores de forma individual ou em cooperativa seguem diferentes modalidades em relação a coleta, classificação dos materiais e o descarte do material em local adequado.

Um grande problema da catação de materiais recicláveis é a atividade ser desprotegida, exercida na maioria das vezes em condições insalubres e precárias, possuindo diversos riscos sanitários. Previamente à implementação da PNRS de 2010, dados do Ipea (2012) já apontavam a introdução de R\$ 280 milhões de reais entre 2007 e 2010 no segmento, com objetivo de ampliar a capacitação e estruturação de cooperativas.

Pode-se analisar dados disponíveis no site do sistema nacional de informações sobre a gestão dos resíduos sólidos que permitem a verificação da situação dos municípios quanto a disposição final de seus resíduos. No ano de 2019 (o último ano em que o site disponibiliza dados) existiam 2.073 municípios em situação adequada abrangendo um total de 61% da população, essa quantidade de municípios teve um acréscimo de 8% em relação ao seu ano anterior. Um total de 1.807 municípios, 32% dos municípios, se encontram com a disposição final de maneira inadequada, no total dos municípios do Brasil ainda existem cerca de 1.690 municípios que não declaram no ano de 2019.

Gráfico 4- Gráfico com quantidade de municípios por situação da disposição por ano.

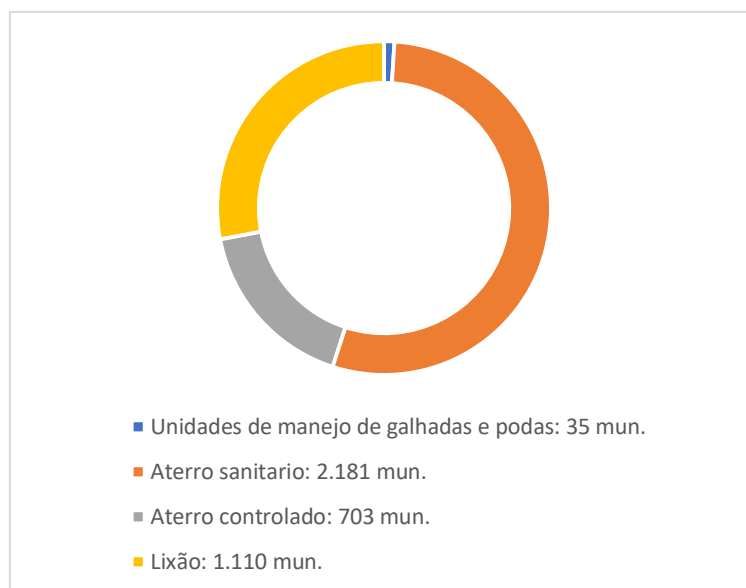


Fonte: SNIS. Elaboração própria

O gráfico 4 demonstra a série histórica dos dados abordados anteriormente. Fica visível em seu deslocamento uma melhora na quantidade de municípios com disposição final adequada e um decréscimo nos municípios que não declaram sobre a situação da disposição final de seus resíduos. Os municípios em situação inadequada apresentam uma estabilidade entre os anos de 2015 e 2016, ocorre uma queda nos anos de 2017 e 2018 e um aumento no ano de 2019, O que sinaliza para uma piora na disposição final dos resíduos. Vale ressaltar que os anos seguintes quando abordados terão os aspectos pandêmicos o que devem proporcionar um aumento na curva inadequada.

Um dado muito importante para compreensão do vasto sistema de destinação de resíduos sólidos no Brasil é o tipo de destinação final.

Gráfico 5- Unidades de disposição final e suas áreas de abrangência. Total de municípios atendidos por tipo de unidade de disposição final. 2019



Fonte: SNIS. Elaboração própria

Os dados acima demonstram qual é o tipo de unidade de disposição final e a quantidade de municípios que a utilizam. No ano de 2019, os aterros sanitários abrangiam 2.181 municípios, 54% do total de municípios, em seguida pelos lixões em 1.110 municípios, cerca de 28% do total. Vale ressaltar que os lixões não são uma forma de despejo adequada, pois não permitem a análise e separação do material, inviabilizando o reaproveitamento do material de forma adequada. Os aterros controlados são usados em 703 municípios, cerca de 17%, e as unidades de manejo de galhados e podas em 35 municípios, cerca de 1%. (Lembrando que não entram nesses dados os municípios não declarantes)

Um dado muito importante é o panorama da destinação dos resíduos. O diagrama 3 demonstra no formato de colunas os dados sobre a coleta declarada e a coleta estimada e como essa coleta é feita.

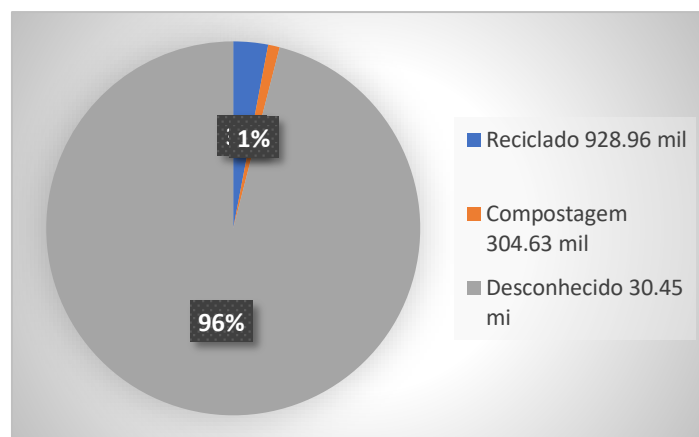
Diagrama 3- Panorama das destinações



Fonte: SNIS. Elaboração própria

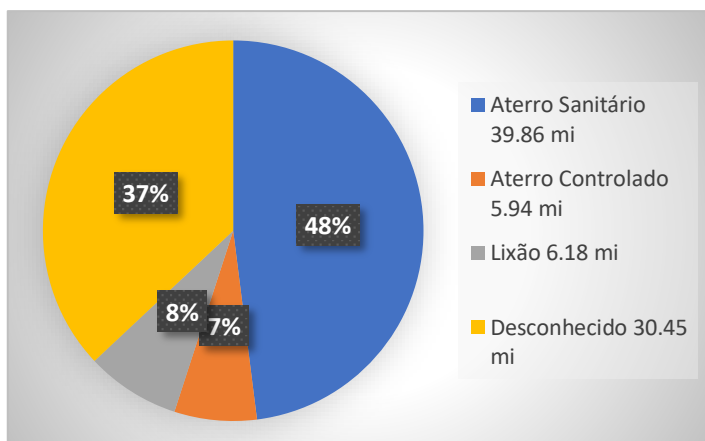
Um aspecto muito importante do diagrama 3 é a quantidade de resíduos que é coletado por coleta seletiva e a quantidade que é coletada por coleta indiferença. A coleta indiferença possui cerca de 52.368,57 mil toneladas por ano, já a coleta seletiva possui somente 1.613,79 mil toneladas por ano. Esses números demonstram uma ineficiência na coleta seletiva que dificulta extremamente a separação e destinação adequada, em situação em que se procura a reciclagem de matéria como por exemplo latinhas de alumínio, a separação delas por meio da coleta seletiva permitiria uma destinação adequada para reutilização do material.

Gráfico 6- Massa de resíduos por tipo de tratamento (t)



Fonte: SNIS. Elaboração própria

Gráfico 7 – Massa de resíduos por tipo de disposição final (t)



Fonte: SNIS. Elaboração própria

Os gráficos 6 e 7 apresentam, respectivamente, a distribuição da massa de resíduos por tipo de tratamento e a massa de resíduos por tipo de disposição final.

A massa de resíduos reciclados é de 3%, a compostagem 1% e o desconhecido 96%. Os aterros sanitários abrangem 48%, os lixões 8%, os aterros controlados 7% e os desconhecidos 37%. Um dado muito importante para análise desse trabalho é o índice de recuperação de resíduos (IRR) que se encontra no final desse diagrama. O IRR é o cálculo da soma da reutilização mais a reciclagem mais a recuperação energética dividido pela geração de resíduos sólidos urbanos. O total demonstrado pelo SNIS é de 1,65 um percentual muito baixo.

Entende-se com os dados apresentados que a quantidade de resíduos coletados e destinados adequadamente a locais que podem fornecer uma resolução adequada para o lixo são de extrema importância na dinâmica de aproveitamento dos resíduos descartados.

O Panorama dos resíduos sólidos no Brasil de 2017 afirma que das 78,4 milhões de toneladas geradas de resíduos sólidos urbanos em 2017, 91,2% foram coletados, do total de resíduos coletados 59,1% (42,3 milhões de toneladas) do total foram destinados adequadamente a aterros sanitários.

Segundo dados do SNIS (2019), das mais de 100 mil toneladas de materiais recuperado no Estado de São Paulo, 38% são constituídos de papeis e papelões, 24% plásticos, 17% e 12% de metais e de vidros respectivamente se 9% correspondem a outros tipos de materiais (exceto materiais orgânicos e rejeitos) (TCESP, 2021, p. 24)

Considerando que a PNRS (2010) define a responsabilidade dos municípios na organização da destinação dos resíduos sólidos, o capítulo 3 terá como foco análises específicas.

No decorrer do terceiro capítulo serão expostos dados e conjunturas que foram analisadas da realidade estados e municípios brasileiros que podem fundamentar aquilo que se busca explicar nos capítulos anteriores. Inicialmente verifica-se os dados do estado de Minas Geras para assim possibilitar analisar dados da cidade de Uberlândia e Belo Horizonte. Para assim, possibilitar a identificação das melhorias que PNRS desenvolveu após sua aplicação e o que ainda se encontra deficitário.

CAPÍTULO 3- ANÁLISE DA REALIDADE DE ESTADOS E EXPERIÊNCIAS DE MUNICÍPIOS NA DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

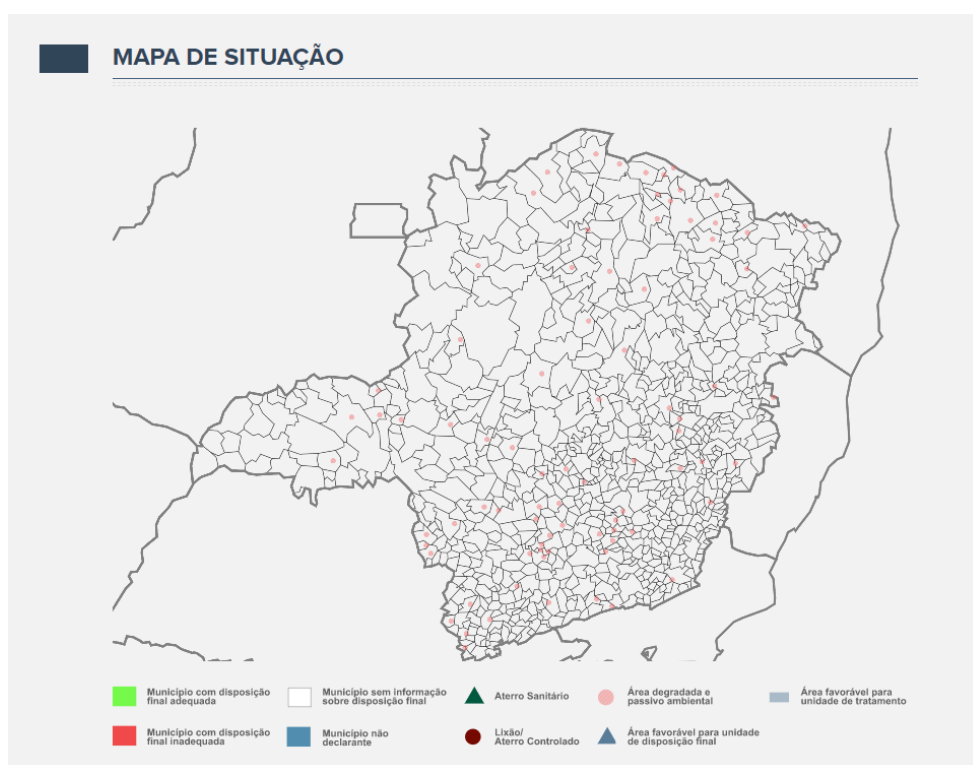
O capítulo 3 tem como objetivo a análise de estudos de caso em Minas Gerais e no Para, buscando assim viabilizar o entendimento dos avanços da PNRS nos últimos anos e explorar áreas que ainda são necessárias mudanças.

3.1 Análise de resíduos sólidos em Minas Gerais

Analisando a situação do estado de Minas Gerais, a partir de dados do Sinir (2019), apenas 303 dos 853 municípios apresentam informações, ou seja, 35,52% do total.

Os dados sobre as cidades permitem uma visualização mais ampla do mapa a seguir:

Mapa 1- Mapa de situação Minas Gerais

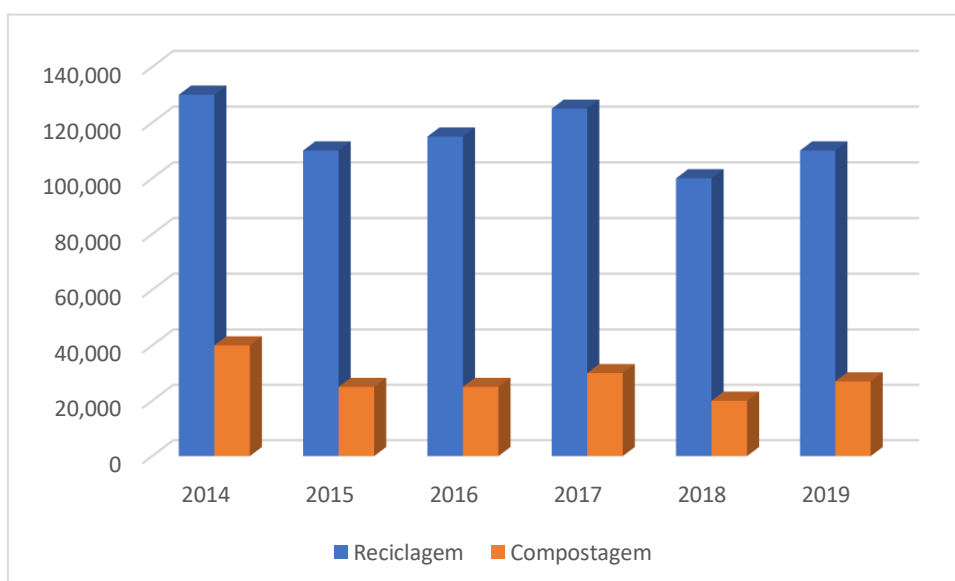


Fonte: Sinir

O mapa sobre a situação do estado de Minas Gerais possui poucos dados e não está completo. Pode-se verificar pela legenda que os pontos rosas que são áreas degradadas e passivo ambiental são os que mais estão espalhados pelo estado e os demais símbolos não aparecem. Dessa forma, os dados que não abrangem todos os municípios são evidentes e se entende que existem diversas áreas degradadas ao redor do estado de Minas Gerais.

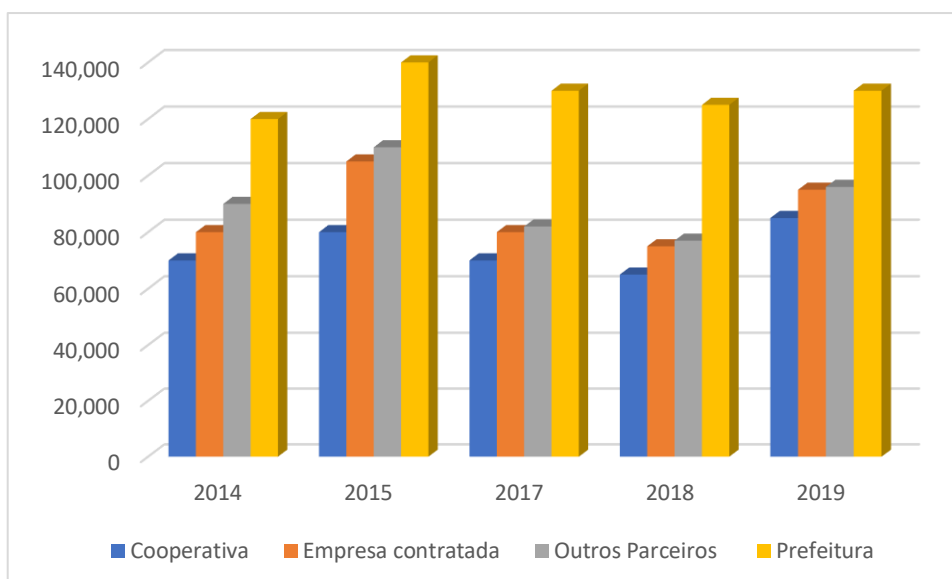
Outro dado muito importante para análise desse trabalho é a quantidade de resíduos sólidos urbanos, o site não disponibiliza os dados completos do total de toneladas efetivamente coletadas. Contam no relatório do Sinir somente gráficos que demonstram progressões e comparações entre os anos de 2014 e 2019. Vale ressaltar que os resíduos sólidos que constam para fundamentar os dados desses gráficos são provenientes de atividades domésticas em residências urbanas e os originários de limpeza de logradouros, vias públicas, variação e outros serviços de limpeza urbana.

Gráfico 8- Massa de resíduos sólidos por tipo de tratamento, por ano (t). Minas Gerais.



Fonte: SNIS. Elaboração própria

Gráfico 9- Massa de material coletado seletivamente, por ano (t). Minas Gerais.

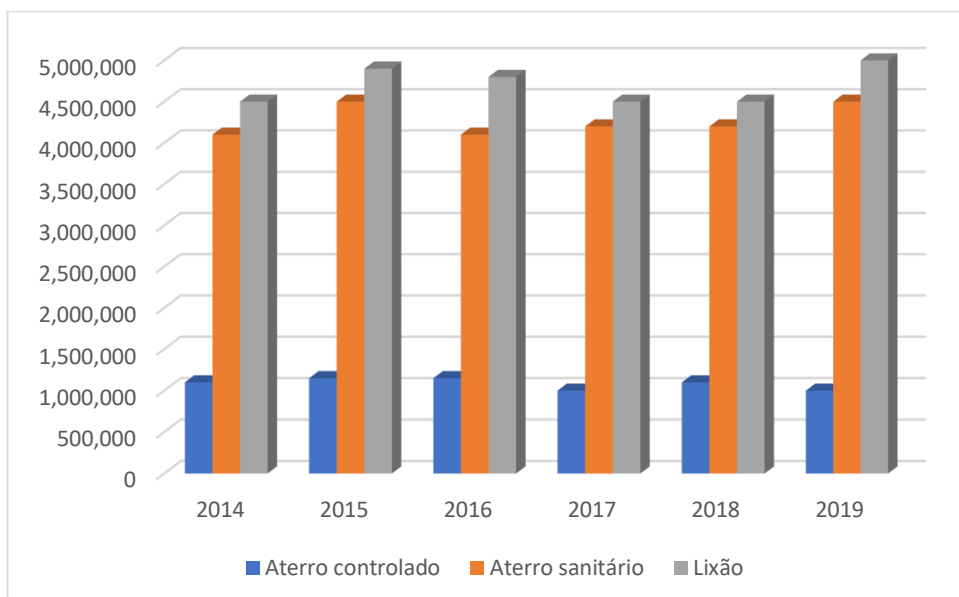


Fonte: SNIS. Elaboração própria

O gráfico 8 demonstra a massa total de resíduos sólidos por tipo de tratamento por ano. Verifica-se que o gráfico possui majoritariamente a cor verde que demonstra que a massa total de resíduos sólidos foi tratada por reciclagem e compostagem. Tendo assim, reciclagem a maior incidência.

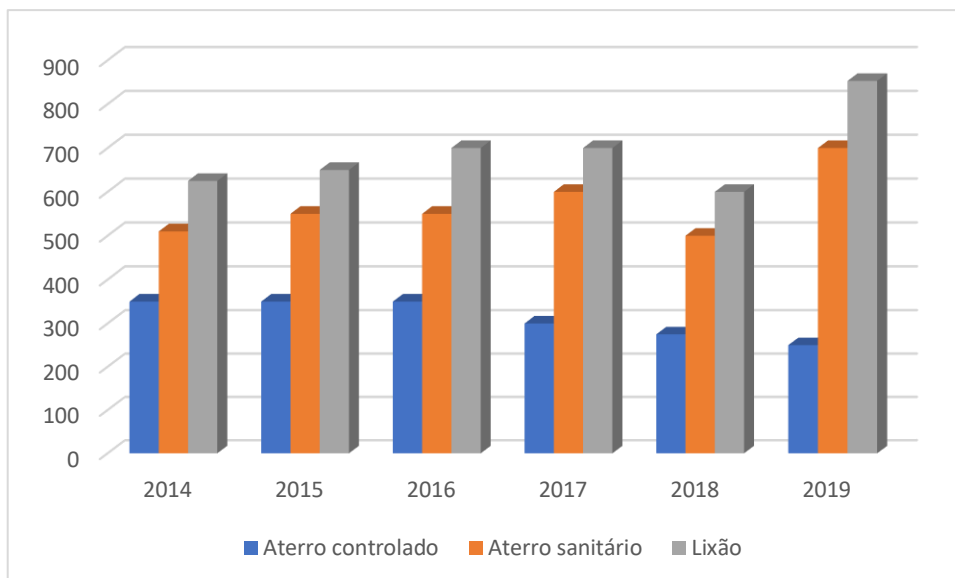
A partir do gráfico 9 é possível analisar a massa de material coletada seletivamente por ano. Os materiais foram majoritariamente coletados por cooperativas, depois prefeituras e empresas contratadas. Verifica-se que, em 2014, aproximadamente 50.000 toneladas eram coletadas por cooperativas e, em 2019, essas toneladas quase dobraram.

Gráfico 10- Massa de resíduos sólidos por tipo de disposição final, por ano (t). Minas Gerais.



Fonte: SNIS. Elaboração própria

Gráfico 11- Quantidade de municípios por tipo de disposição final, por ano (Municípios de Minas Gerais)



Fonte: SNIS. Elaboração própria

O gráfico 10 permite analisar as massas de resíduos sólidos por tipo de disposição final, tendo assim a disposição final mais utilizada em Minas Gerais os aterros sanitários em seguida os aterros controlados e depois os lixões. Esses dados fundamentam e demonstram uma evolução na utilização dos aterros sanitários percebe-se que ao longo dos anos a margem de lixões não ficou constante, mas a quantidade de aterros sanitários se demonstrou crescente.

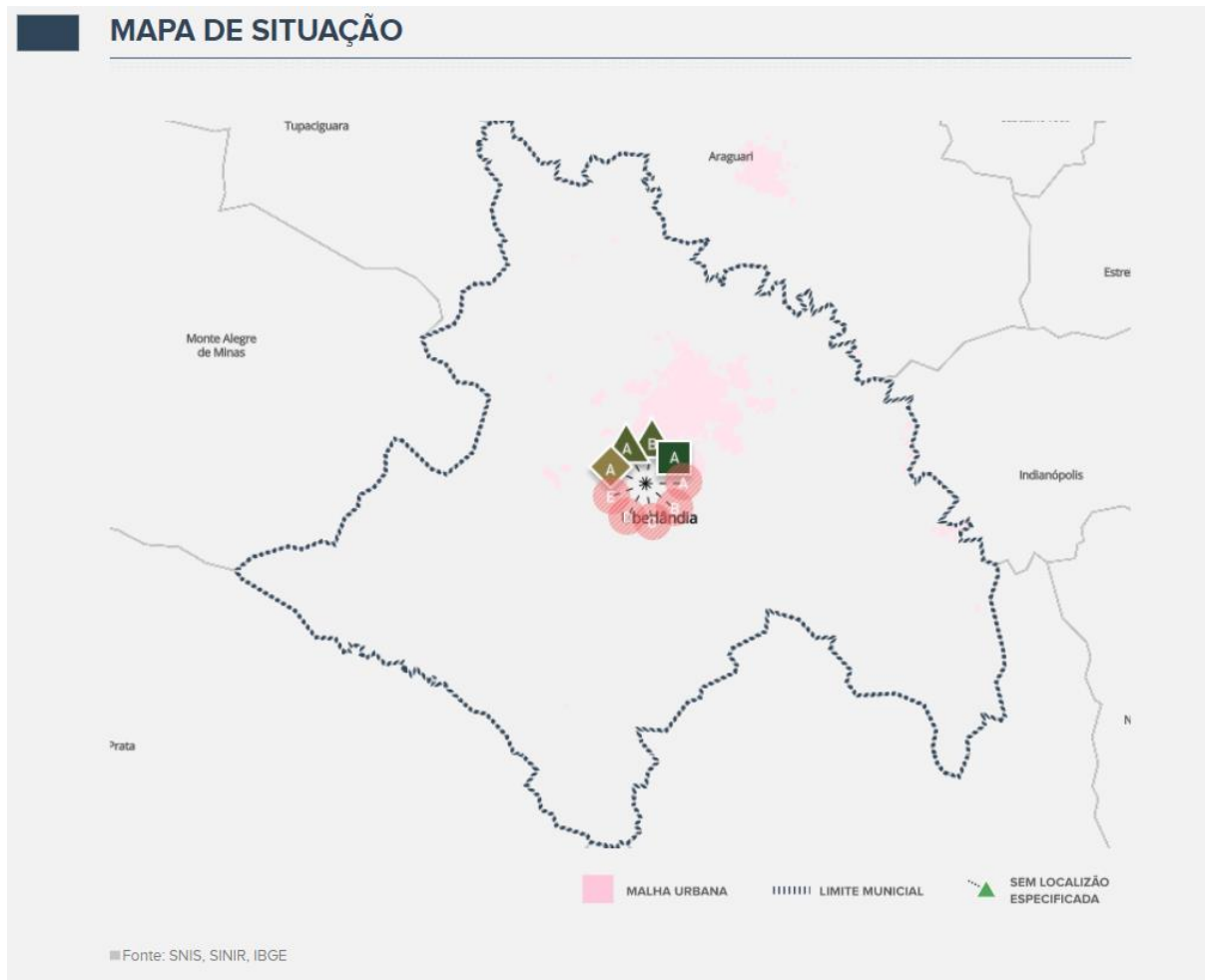
O gráfico 11 demonstra a quantidade de municípios por tipo de disposição final, temos como o principal meio os aterros controlados seguido dos aterros sanitários e logo após os lixões. O que fica expresso nesses dados são que os aterros cresceram em quantidade de disposição final dos municípios, demonstrando um caráter mais preocupado com a disposição final adequada de resíduos.

3.1.1 Estudo de caso: Uberlândia

A partir dos dados apresentados no item 3.1, pode-se fundamentar a cidade de Uberlândia em Minas Gerais no qual foi estudado a quantidade de materiais coletados por uma empresa de comercialização de reciclagem em Uberlândia entre 2001 e 2004, buscando assim avaliar os ganhos ambientais que o processo de coleta seletiva gerou.

Para isso começamos analisando a disposição do município em relação a coleta dos resíduos. Verifica-se um mapa do município fornecido pelo relatório municipal que se encontra no site do Sinir.

Mapa 2- Mapa de situação Uberlândia



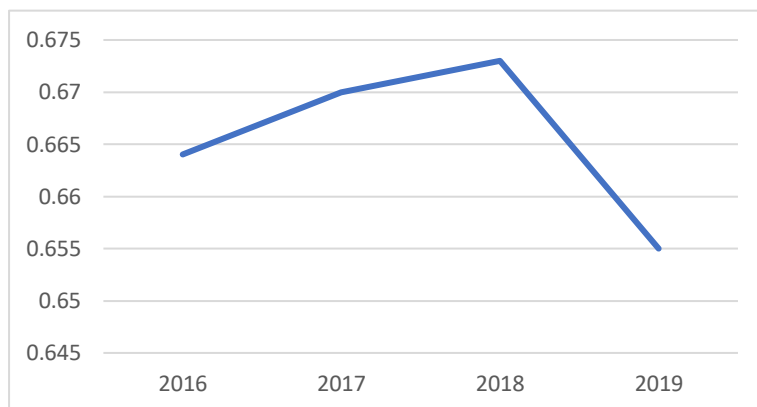
Fonte: SNIS

O mapa acima disponibiliza a situação do município. O município possui uma área urbana majoritária que pode ser verificada pela cor rosa. Pode-se observar também que ao redor da malha urbana existe um complexo grupo de aterros sanitários identificados pelos triângulos, losangos e quadrados. Eles se identificam como dois aterros sanitários do município, um aterro para resíduos de construção civil e dois aterros de privados.

Para compreensão da situação do município de Uberlândia, cabe destacar o índice de Sustentabilidade de Limpeza Urbana por ano, que consiste em um índice que tem como objetivo mensurar o interesse do setor de limpeza urbana em contribuir de forma efetiva ao aprimoramento dos aspectos relacionados com a gestão adequada de resíduos sólidos. Vale ressaltar que o índice varia de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1 melhor é a aderência da limpeza urbana do município aos conceitos da PNRS.

Verifica-se no gráfico 12 um aumento entre 2016 e 2018 e logo após um decréscimo desse índice. Em 2016, o índice era de 0,664, retraindo para 0,655 de Islu em 2019. Dessa forma, percebe-se uma diminuição da limpeza urbana.

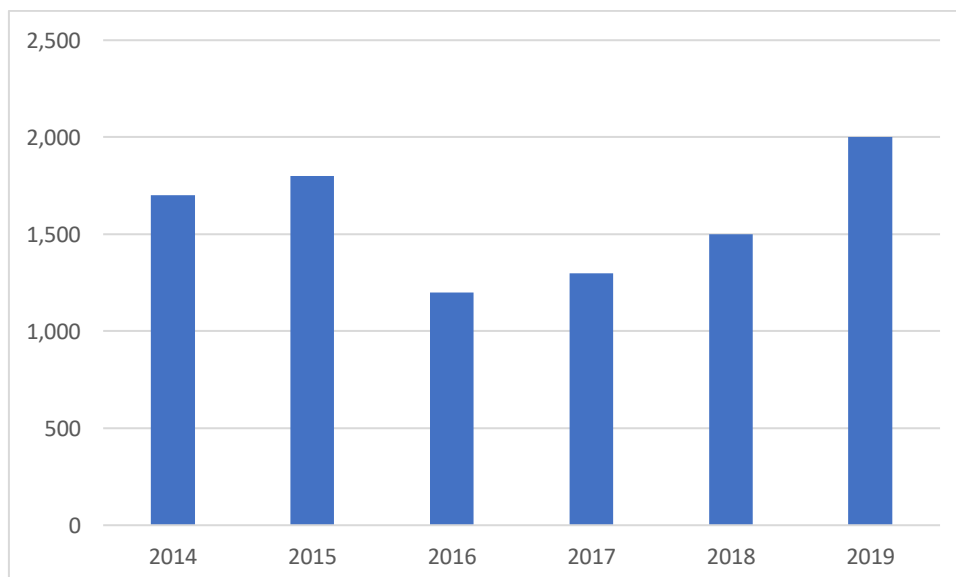
Gráfico 12- Índice de sustentabilidade de limpeza urbana, por ano (Islu)



Fonte: Selurb/PwC apud Snir (2022). Elaboração própria.

Dando sequência na análise municipal, entre 2014 e 2019, a massa de resíduos sólidos coletada foi toda dedicada à reciclagem como compostagem.

Gráfico 13- Massa de material coletado seletivamente, por ano (t). Uberlândia.



Fonte: SNIS. Elaboração própria

O gráfico 13 demonstra a massa de material coletada seletivamente. A coleta foi realizada apenas por uma empresa contratada. Após retração nos anos de 2016 e 2017, a

empresa atinge cerca de 2.000 toneladas coletadas em 2019. Além disso, cabe salientar que, em termos de disposição final dos resíduos, a totalidade coletada em Uberlândia ao longo desses anos foi alocada inicialmente em aterros sanitários.

A partir dos dados apresentados, é possível analisar uma experiência específica, no município. A análise de caso começa apresentando a empresa responsável pela coleta convencional de lixo. Antes mesmo da PNRS de 2010, de acordo com dados da Limpel Atividades Urbanas Ltda (HISATUGO E MARÇAL JÚNIOR, 2007), na primeira metade dos anos 2000 eram coletadas 350 toneladas de lixo por dia na cidade e todo este volume era destinado ao aterro sanitário – padrão que continuou ocorrendo após a PNRS de 2010. A informação apresentada é muito importante para entendimento da disposição dos resíduos do município e reafirma aquilo apresentado pelos dados do Sinir.

Segundo o trabalho verificado no estudo de caso, a cidade não possuía coleta seletiva disponibilizada pela prefeitura, o que continuou ocorrendo nos anos 2010. Assim, tem-se assim somente serviços de coleta disponibilizados por terceiros sendo eles catadores, empresas que comercializam materiais recicláveis entre outros. (HISATUGO E MARÇAL JÚNIOR, 2007)

Outro ponto levantado pelo trabalho analisado é que em 2002 foi criada uma cooperativa na região chamada Associação dos Catadores de Papelão e Materiais Recicláveis de Uberlândia- ASCAPEL, que passa a agregar os catadores locais e comprar os materiais coletados, vale ressaltar que a ASCAPEL não é a única empresa que compra matérias na região. O trabalho fundamenta também que em 2001 existiam somente duas empresas de reciclagem estabelecidas em Uberlândia e em 2002 outras doze empresas passaram a explorar as atividades na cidade, mas nem todas elas se mantiveram abertas até o final da pesquisa em 2004. (HISATUGO E MARÇAL JÚNIOR, 2007)

A pesquisa analisou a reciclagem de matérias mensalmente e criou um formato para supor a reciclagem e os ganhos dos produtos relacionados. Diante disso, efetivou a separação dos materiais em categorias e coloca-se em destaque o alumínio. (HISATUGO E MARÇAL JÚNIOR, 2007)

A média anual da quantidade de alumínio desviado do aterro foi de 8,22 t, tendo sido atingido o maior peso (13,41 t), em 2001. Em relação às latas de alumínio, foram coletadas 2.219.700 latas (1 Kg = 70 latas) durante os quatro anos estudados. Esse desvio foi muito importante, entre outras razões, pelo fato de as latas de alumínio demorarem de 100 a 500 anos para serem degradadas naturalmente (Grippi, 2001). [...] A economia potencial média anual de bauxita, matéria-prima do alumínio, que poderia ser obtida a partir da reciclagem é de 41,1 t [...] em relação à energia, a economia potencial média anual verificada no presente estudo é da ordem de 138,93 MWh (Figura 2). A reciclagem de uma única lata de alumínio economiza energia elétrica equivalente ao consumo de um aparelho de TV durante três horas. Convém destacar que o Brasil é o país que mais recicla latas de alumínio no mundo, tendo atingido um índice de reciclagem de 95,7%, em 2004 (CEMPRE, 2006c). [...] Ayres (1997) realizou um estudo sobre reciclagem de metais, mostrando que cada tonelada de metal que é reutilizado, remanufaturado ou reciclado repõe uma tonelada

que teria que ser processado, com custos de energia e materiais necessários para essas atividades. Assim, cada tonelada de ferro reciclado economiza 12,5 t de sobrecarga (carvão e mineração de ferro), 2,8 t de minério de ferro, 0,8 t de carvão (exclusivamente usado como combustível). Também elimina pelo menos uma tonelada de CO₂, que seria emitida para o ar. (HISATUGO E MARÇAL JÚNIOR, 2007), p. 14-16).

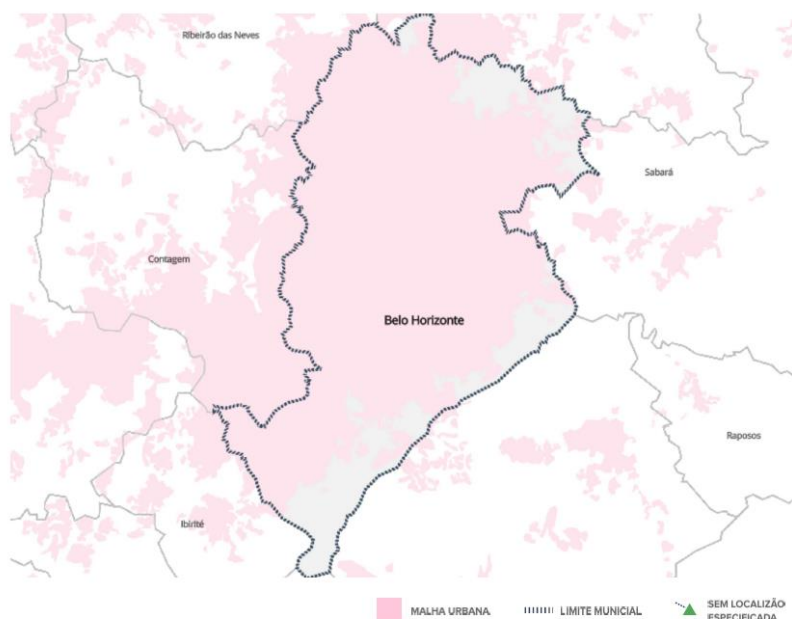
3.1.2 Estudo de caso: Belo Horizonte

Outro trabalho analisado é sobre a disponibilidade de construção de um centro de reciclagem de vidro na cidade de Belo Horizonte. Para início dessa análise, verifica-se os dados disponibilizados pelo Sinir do município.

O primeiro dado levantado é a disposição territorial do município segundo sua malha urbana e os locais adequados para disposição final dos resíduos.

Mapa 3- Mapa de situação Belo Horizonte

MAPA DE SITUAÇÃO



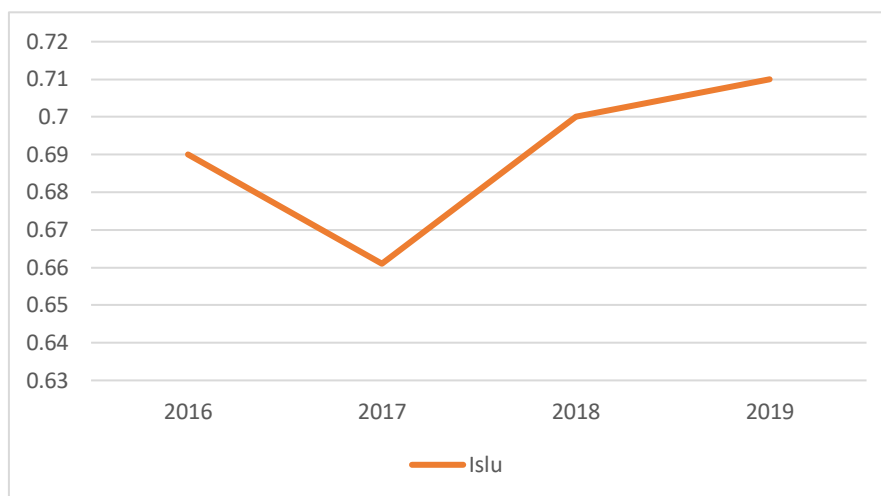
Fonte: SNIS, SINIR, IBGE

Fonte: SNIS

Pode-se perceber que o município de Belo Horizonte é majoritariamente urbano, que se demonstra no mapa com a cor rosa. Um dado preocupante que é demonstrado pelo mapa é que não existem locais específicos para destinação adequada de resíduos.

Análise agora o gráfico um que demonstra o índice de sustentabilidade de limpeza urbana por ano. Percebe-se um aumento no índice. No ano de 2016 temos 0,690 Islu com um aumento para 0,710 do índice para sustentabilidade da limpeza urbana em 2019.

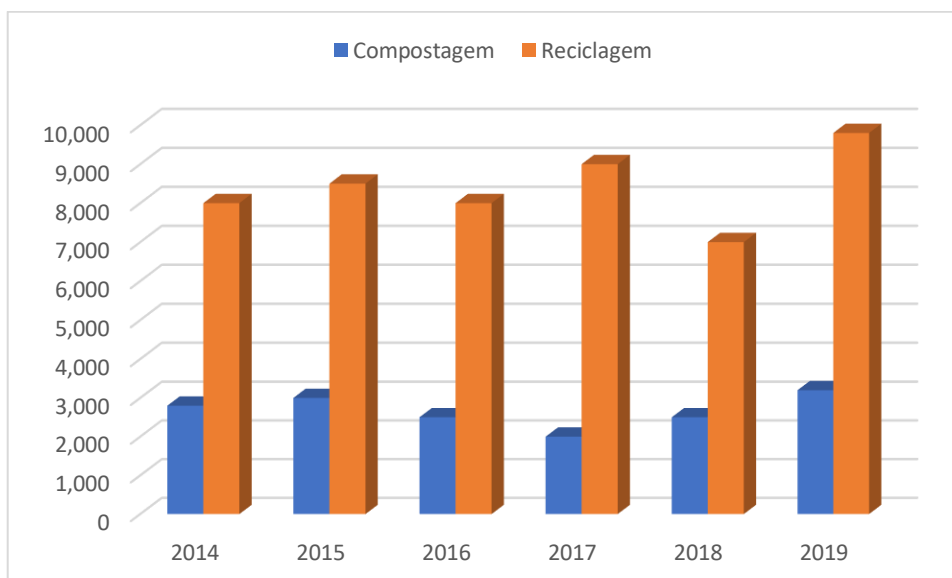
Gráfico 14- Índice de sustentabilidade de limpeza urbana, por ano (islu). Belo Horizonte.



Fonte: Selurb/PwC apud Snir (2022). Elaboração própria.

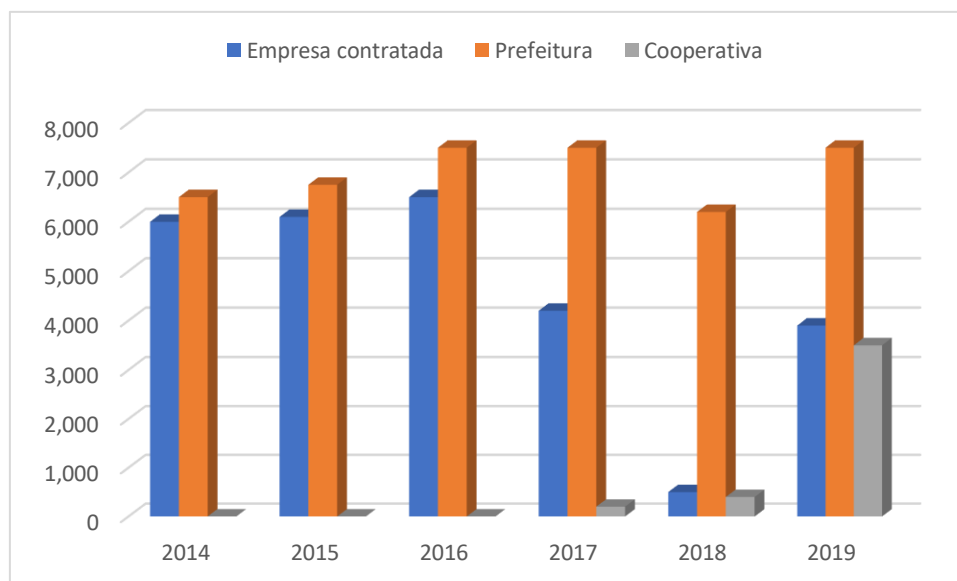
O gráfico 15 demonstra a massa de resíduos sólidos por tipo de tratamento. No ano de 2014, o município possui cerca de 8.000 toneladas coletadas ao total e cerca de 3.000 toneladas são destinadas a compostagem e 5.000 a reciclagem. Já no ano de 2019, temos um aumento da quantidade total e da compostagem. Os dados demonstram que o total subiu para cerca de 9.000 toneladas e aproximadamente 6.000 toneladas são destinadas a reciclagem e 3.000 a compostagem.

Gráfico 15- Massa de resíduos sólidos por tipo de tratamento, por ano (t). Belo Horizonte.



Fonte: SNIS. Elaboração própria

Gráfico 16- Massa de material coletado seletivamente, por ano (t). Belo Horizonte

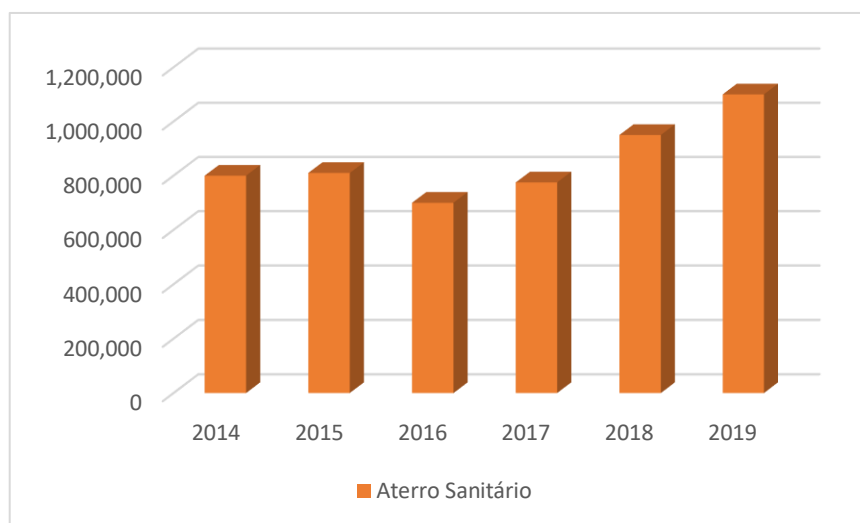


Fonte: SNIS. Elaboração própria

O gráfico 16 demonstra a massa de material coletado seletivamente por ano. Pode-se observar uma mudança drástica no decorrer do tempo. No primeiro ano analisado 2014, temos aproximadamente 6.000 toneladas coletadas por empresas privadas e cerca de 1.000 toneladas coletadas pela prefeitura. No ano de 2019 ocorre uma mudança drástica no gráfico, temos a participação das cooperativas que começam a aparecer nas colunas no ano de 2017. As cooperativas coletaram cerca de 4.000 toneladas, as empresas privadas 1.000 toneladas e a prefeitura cerca de 2.000 toneladas.

O último gráfico apresentado de informações sobre a cidade de Belo Horizonte é relacionado a massa de resíduos sólidos por tipo de disposição final, por ano. Temos durante todos os anos analisados somente a cor verde que representa os aterros sanitários, demonstrando que é o único meio que o município utiliza para disposição final.

Gráfico 17- Massa de resíduos sólidos por tipo de disposição final, por ano (t). Belo Horizonte.



Fonte: SNIS. Elaboração própria.

Dessa forma, os dados apresentados ajudam na construção e análise do artigo que estuda a possibilidade da construção de uma usina de reciclagem de vidro em Belo Horizonte. (VENÂNCIO et al, 2020).

O artigo busca identificar a reciclagem e o reuso de vidro em Belo Horizonte, dessa forma, ele desenvolve uma campanha na PUC-Minas que visa a coleta de vidro, para isso utilizaram cartazes e publicações informando os estudantes e funcionários que ocorreria a coleta do vidro no campus da universidade após a coleta do material é iniciado um estudo sobre a instalação de uma indústria de reciclagem de vidro na cidade de belo horizonte. (VENÂNCIO et al, 2020)

Para isso, o artigo fundamenta a forma com que o vidro é reciclado e o valor que é necessário para que isso ocorra, dessa forma, a inexistência de uma planta de reciclagem de vidro em Belo Horizonte e a necessidade de encaminhar os resíduos até a região metropolitana de São Paulo encarece o processo tornando inviável levar o matéria e extremamente necessário a implantação da usina de reciclagem de vidro. (VENÂNCIO et al, 2020)

A reciclagem do vidro proporciona vários benefícios, como por exemplo: reaproveitamento de 100% do material, ou seja, não há geração de resíduos, o que acarreta uma redução do volume de lixo doméstico que se encaminha para os lixões diariamente de forma inadequada, a reciclagem acarreta uma redução dos gastos na produção do vidro e a diminuição de impactos ambientais para extração de areia e sílica que são matérias primas usadas para sua confecção.

Mesmo com tantos pontos positivos, sabe-se que hoje a quantidade de vidro que é reciclável em nosso país ainda é extremamente pequena, em relação a quantidade de resíduos vítreos que é produzido [...] O custo com transporte é muito alto, fator preponderante na reciclagem do vidro e deve, de alguma forma ser adicionado ao preço final do produto da reciclagem. A maior resistência do setor produtivo é absorver estes custos que de alguma forma, faz com que a reciclagem do vidro se torne um ônus e não um bônus para as empresas envasadoras que resistem em pagar suas partes. De

acordo com Jornal Folha de São Paulo, em 2011 para reciclar uma tonelada de caco de vidro o custo final era de aproximadamente R\$260, já para o processamento de matéria virgem o custo ficaria em torno de R\$220.

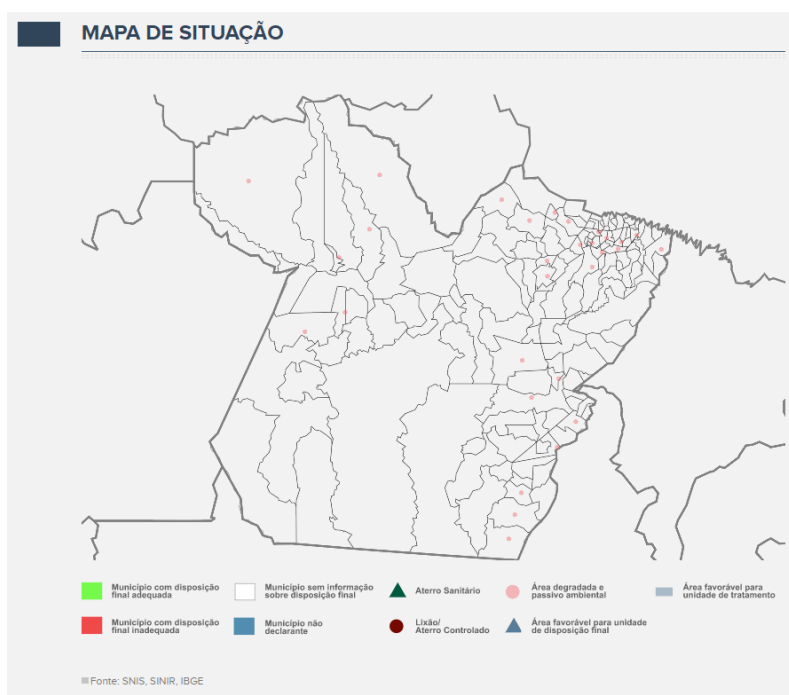
Convertendo esses valores para os dias atuais utilizando o IGPM (Índice Geral de Preços do Mercado), considerando que no ano de 2011 o IGPM era de 1,31 e hoje, este índice está aproximadamente em 1,90, a porcentagem de reajuste seria então, de aproximadamente 45%, ou seja, o custo para reciclagem de uma tonelada de caco de vidro seria algo em torno de R\$ 377 e o custo para o processamento de matéria virgem seria de aproximadamente R\$ 320. O que mostra, que reciclar ainda sai muito mais caro do que beneficiar a matéria prima (VENÂNCIO et al, 2020, p. 23-24)

Assim, embora o estudo aponte o potencial da reciclagem do vidro, e os possíveis benefícios econômicos, também permite compreender os determinantes de sua baixa adesão e desafios para maior integração dentro dos pressupostos da PNRS.

3.2 Análise de resíduos sólidos no Pará

No estado do Pará, dentre seus 144 municípios, 81 encaminharam declarações para o levantamento do SINIR (56,25% do total). O primeiro mapa analisado será da situação geográfica do estado.

Mapa 4- Mapa de situação Pará



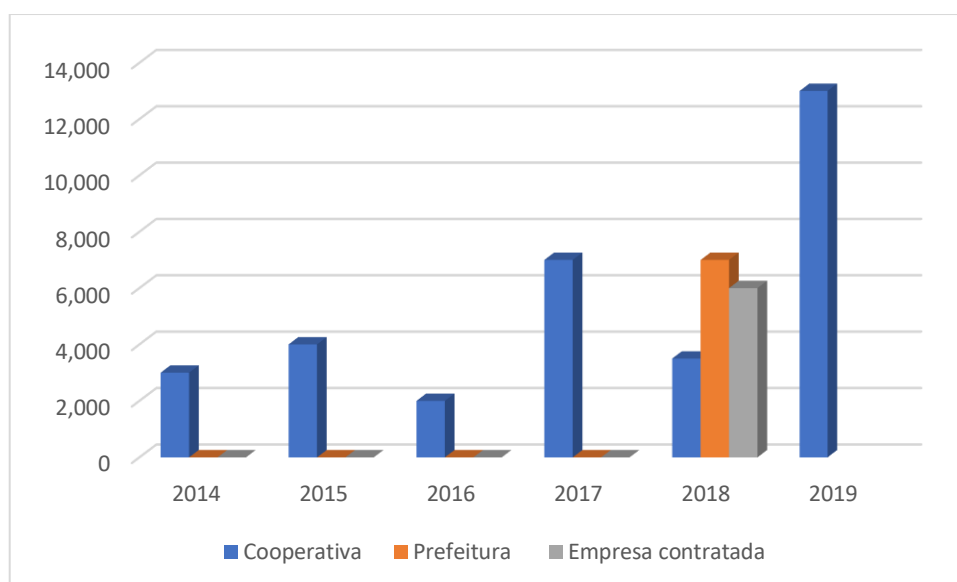
Fonte: SNIS

Pode-se analisar que o estado possui diversos municípios, mas poucas áreas degradadas e passíveis ambientais que se encontram identificadas no mapa nas bolinhas rosas. Sendo assim possui pouca degradação ambiental. Verifica-se também que a maior

concentração de áreas degradadas se encontra a nordeste do estado próximo da região da capital Belém.

O tratamento da massa de resíduos sólidos coletada no Pará entre 2014 e 2019 foi por meio de reciclagem.

Gráfico 18 - Massa de material coletado seletivamente, por ano (t). Pará.

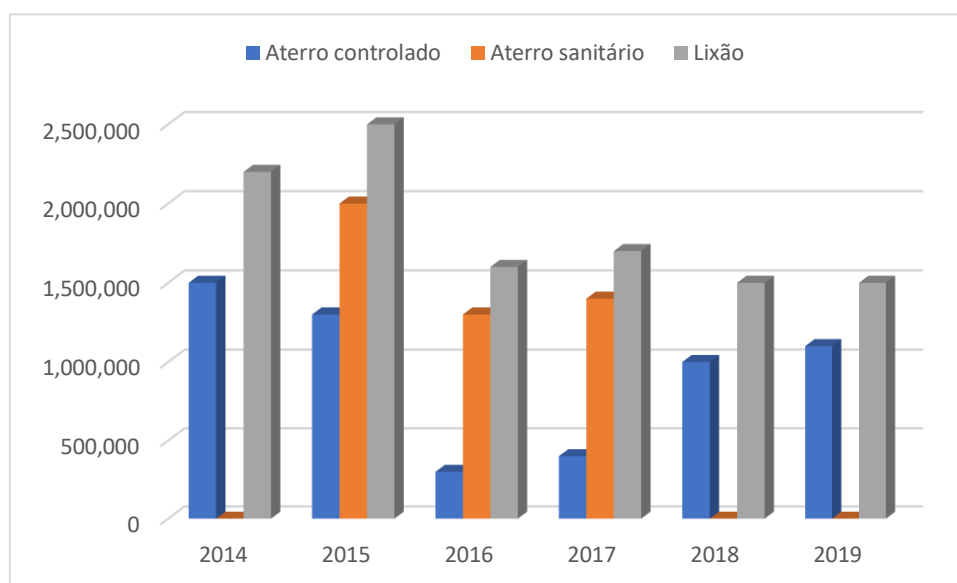


Fonte: SNIS. Elaboração própria

O gráfico 18 explicita a massa de material coletado seletivamente por ano. Temos um crescente aumento da quantidade de toneladas, mesmo sendo um valor baixo em comparação aos dados já analisados de Minas Gerais (item 3.1). No ano de 2014, toda a coleta seletiva não passava de 5.000 t e todo esse montante era efetivado por cooperativas; já em 2019, o montante chega próximo a 15.000 toneladas sendo ele majoritariamente efetivado pelas cooperativas e uma pequena parcela por empresas contratadas.

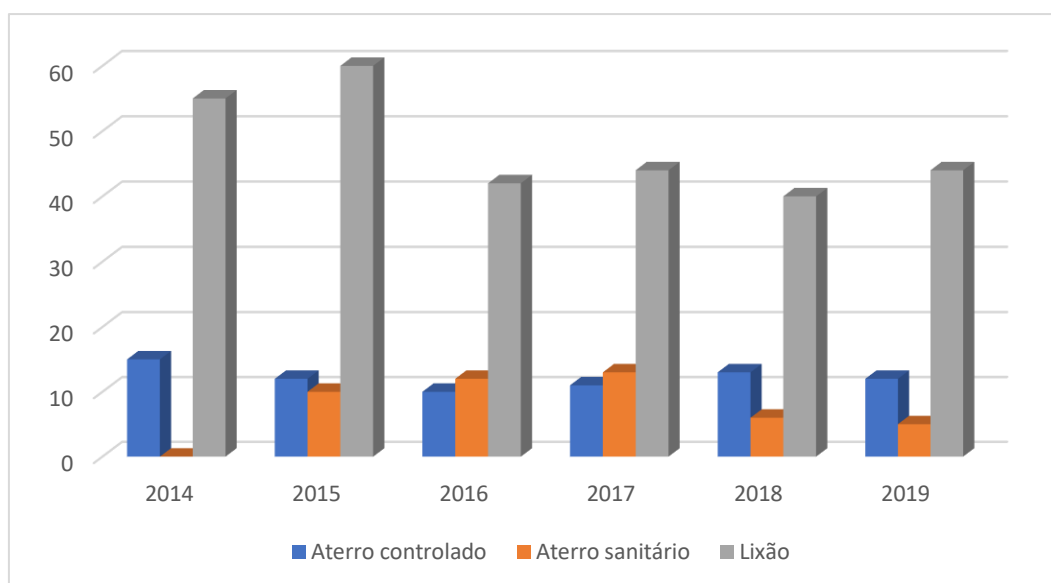
No gráfico 19 é possível ver a massa de resíduos sólidos por tipo de disposição final. No ano de 2014, o estado do Pará possuía cerca de 1.500.00 toneladas destinadas a aterros controlados e aproximadamente meio milhão de toneladas destinadas a lixões. No ano de 2019, temos uma diminuição da quantidade coletada sendo ela cerca de 1.000.000 de toneladas para aterros controlados, uma pequena margem destinada a aterros sanitários e cerca de meio milhão destinadas aos lixões. Dessa forma, os dados demonstram uma diminuição da disposição final que já possuía a utilização de lixões que não é a mais adequada segundo a PNRS.

Gráfico 19- Massa de resíduos sólidos por tipo de disposição final, por ano (t). Pará.



Fonte: SNIS. Elaboração própria.

Gráfico 20- Quantidade de municípios por tipo de disposição final, por ano. Pará.



Fonte: SNIS. Elaboração própria.

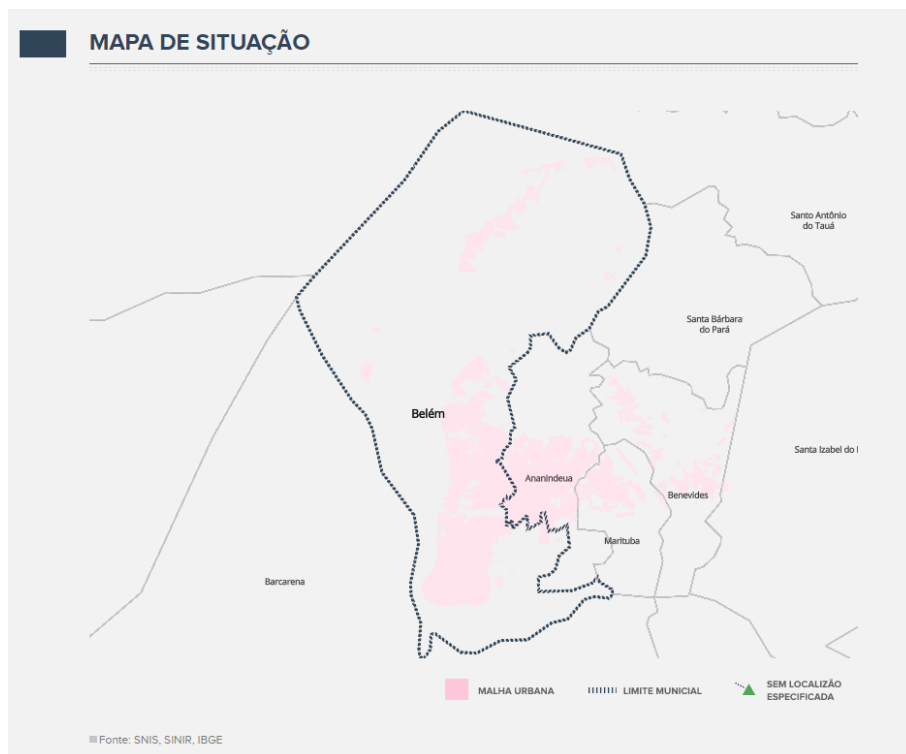
No gráfico 20 é apresentada a quantidade de municípios por tipo de disposição final. Percebe-se que, no ano de 2014, os municípios usavam majoritariamente lixões, e os que não utilizavam esses sistemas utilizavam aterros controlados. A partir de 2015, há um crescimento relevante no uso de aterro sanitário. No ano de 2019, a situação não sofre grandes mudanças, possuindo majoritariamente lixões seguidos pelos aterros controlados e logo após aterros sanitários.

3.3 Estudo de caso: Belém do Pará

Buscamos agora entender o município de Belém do Pará para fundamentação da análise de caso da possibilidade de reciclagem como alternativa para a eficiência e sustentabilidade econômica.

Analisa-se o mapa da cidade de Belém e a sua situação geográfica. Dessa forma, percebe-se que a cidade de Belém não possui majoritária área urbana e não possui também nenhum ponto adequado para descarte dos resíduos.

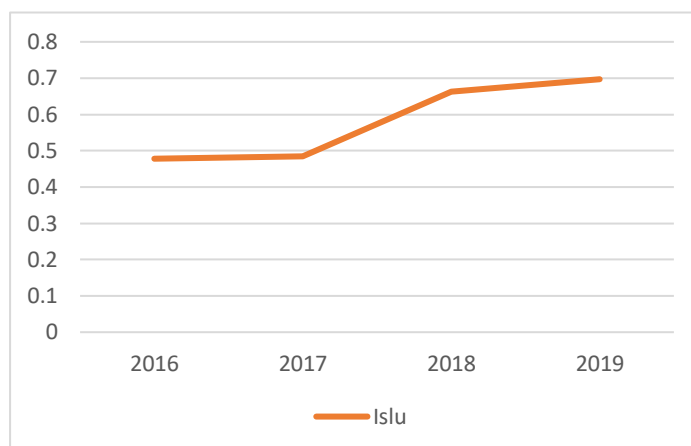
Mapa 5- Mapa de situação Belém



Fonte: SNIS

Em relação ao índice de sustentabilidade de Limpeza Urbana temos um aumento constante nos anos analisados como pode ser verificado no gráfico 1. No ano de 2016 era de 0,478 e no ano de 2019 foi de 0,697 islu.

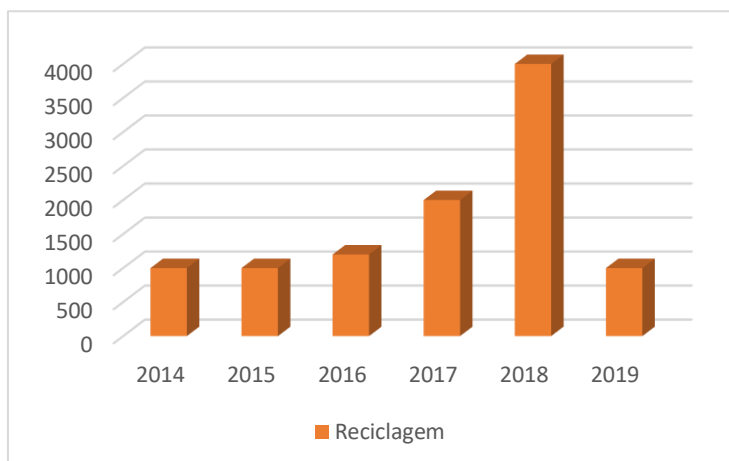
Gráfico 21- Índice de sustentabilidade de limpeza urbana, por ano (Islu). Belém.



Fonte: Selurb/PwC apud Snir (2022). Elaboração própria.

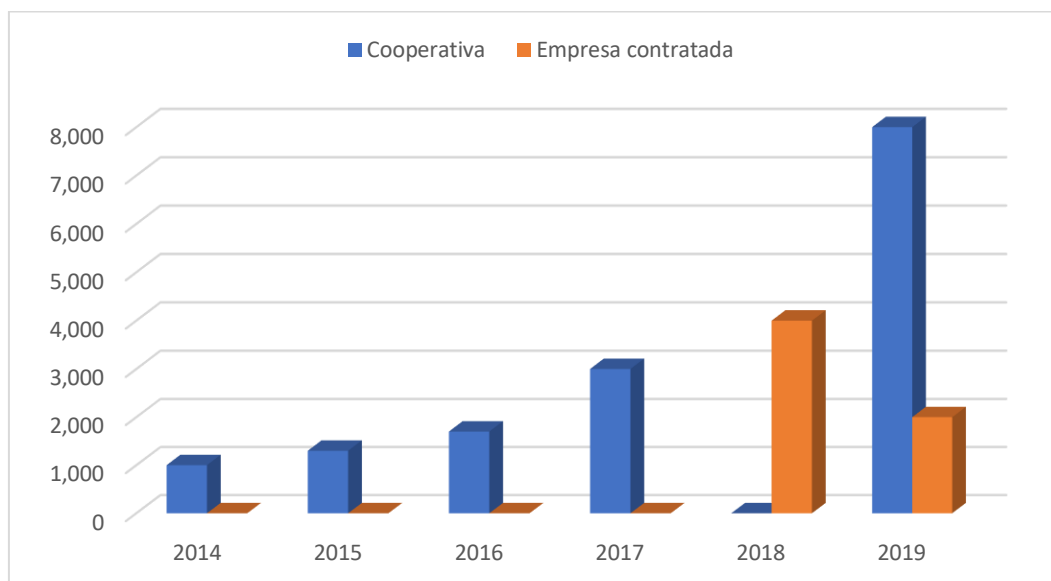
O gráfico 22 demonstra a massa de resíduos sólidos por tipo de tratamento. Verifica-se que ao decorrer de todos os anos analisados não ocorreu mudança no tratamento, os resíduos foram sempre totalmente tratados por Reciclagem. Percebe-se que o ano que ocorreu mais coleta de resíduos foi em 2018, com aproximadamente 4.000 toneladas.

Gráfico 22- Massa de resíduos sólidos por tipo de tratamento, por ano (t). Belém.



Fonte: SNIS. Elaboração própria

Gráfico 23- Massa de material coletado seletivamente, por ano (t). Belém.

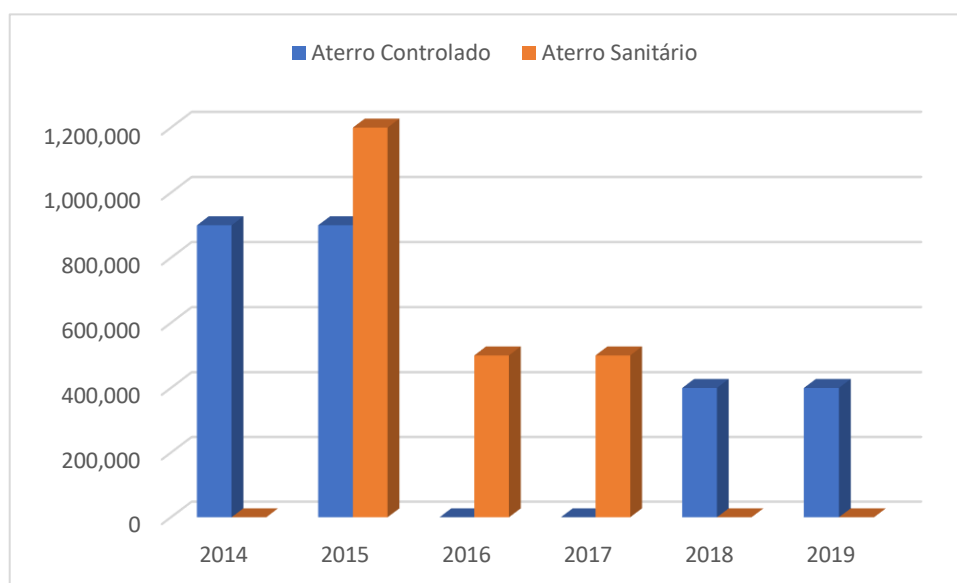


Fonte: SNIS. Elaboração própria

O gráfico 23 relaciona a massa de material coletada seletivamente, com um evidente aumento no decorrer dos anos. No ano de 2014, toda a coleta foi feita por cooperativas; já no ano de 2018 pelas empresas contratadas. No ano de 2019, ocorreu majoritariamente coleta pelas cooperativas e uma parcela pelas empresas contratadas.

O gráfico 24 demonstra a massa de resíduos sólidos por tipo de disposição final. Percebemos no gráfico uma diminuição da massa, que começa em 2014 com aproximadamente 800.000 toneladas que eram destinadas a aterros controlados, e a análise termina no ano de 2019, com cerca de 400.000 toneladas em aterros controlados.

Gráfico 24- Massa de resíduos sólidos por tipo de disposição final, por ano (t). Belém.



Fonte: SNIS. Elaboração própria

Dessa forma, os dados apresentados permitem uma melhor análise do caso escolhido para fundamentar a reciclagem como alternativa para eficiência da sustentabilidade (SANJAD, 2018).

No trabalho desenvolvido por Sanjad (2018), os dados retirados para efetivação do diagnóstico são de documentos fornecidos pela SESAN e no “Diagnostico Anual de Resíduos Sólidos” do SNIS no ano de 2016. Segundo esses dados, os funcionários da cidade de Belém que estão envolvidos no processo de coleta seletiva e reciclagem são 1.438 trabalhadores que executam diferentes funções como coleta, capina, varrição, gerenciamento, entre outros.

Segundo os dados do SNIS, a coleta de RSU atendeu uma população de 1.333.311 habitantes, identificando percentual de cobertura de 92,20% com o total coletado de 507.804,8 toneladas de RSU. Diante disso, o artigo afirma que a prefeitura informou que a coleta de resíduos sólidos foi dividida por regiões duas ou três vezes por semana, sendo ela efetuada no período diário e acontecendo no período noturno sendo os resíduos domiciliares e públicos coletados simultaneamente (SANJAD, 2018).

Na cidade de Belém, existem duas empresas do setor privado responsáveis pela coleta convencional, a Terra Plena e Belém Ambiental. Elas dividem a cidade em dois lotes e estipularam roteiros de coleta de segunda a sábado, no domingo ocorrem coletas somente em feiras da capital (SANJAD, 2018).

O artigo afirma que o pagamento realizado pela prefeitura pelo serviço terceirizado é de R\$ 90,03 por tonelada (SNIS, 2016). Levando em conta que os veículos coletores percorrem por média 26 km por dia, indo da cidade de Belém até Marituba. Na cidade de

Marituba é o local da destinação final. Vale ressaltar que a distância percorrida na coleta não entra nesse cálculo (SANJAD, 2018).

Outra modalidade de coleta seletiva é a de pontos destinados para a entrega voluntária dos resíduos (LEV's). Ocorre que a adesão da população sobre os LEV's foi pequena e muitas vezes os resíduos depositados nos containers não foram devidamente separados sendo necessário um trabalho de catação após o manejo dos resíduos (SANJAD, 2018).

Anteriormente ao ano de 2016 a prefeitura não contratava empresas para a execução da coleta seletiva. Sendo essa atividade realizada pelas associações ou cooperativas de catadores (SANJAD, 2018).

Do total dos RSU coletados em 2016 (507.804,8 toneladas), a coleta seletiva executada pelas associações de catadores apoiadas pela prefeitura, foi de 1.467,7 toneladas de resíduos domiciliares, correspondendo apenas a 0,28% da massa total no ano (SNIS, 2016). Esse valor muito pequeno de reciclagem indica a possibilidade de reaproveitamento de materiais recicláveis na cidade de Belém. Em relação ao número de habitantes, a coleta seletiva do tipo porta-a-porta atendeu a 71.683 habitantes, aproximadamente apenas 5% da população (SANJAD, 2018, p. 73).

A partir desses dados, o autor analisa a correspondente arrecadação da taxa de RSU da prefeitura, entre os anos de 2012 e 2017. O total arrecadado no período foi de R\$ 227.640.388,21, tendo o ano de 2017 a maior arrecadação com um total de R\$ 34,57 e uma média de R\$ 4.183.486,34. Diante disso, foi observado um aumento na arrecadação da taxa de R\$ 20,70 para R\$ 34,57 (67%), sendo assim utilizado somente 7% do total (R\$ 227.640.388,21). (SANJAD, 2018)

A principal deficiência desse tipo de cobrança é que, por ser cobrado valor fixo, nem sempre é garantida a cobertura dos custos operacionais de coleta, transporte, triagem, destinação e investimentos, que podem apresentar variações de acordo com a produção de resíduos sólidos do município [...] Pantoja (2016) afirma que as receitas do IPTU estão direcionadas em grande parte para o atendimento de compromissos do município que exigem percentuais mínimos para algumas rubricas, como a saúde e a educação, não sendo, portanto, vinculadas diretamente à gestão de resíduos sólidos. Diante do exposto, é importante destacar que a PNRS enfatiza que os processos de reciclagem, como a coleta seletiva e a logística reversa, são grandes fontes de ganhos, econômicos, ambientais e sociais para os municípios brasileiros, mas esses processos ainda não são efetivos em Belém (SANJAD, 2018, p. 79).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho e os dados apresentados nessa monografia buscam verificar a evolução que a gestão dos resíduos sólidos no país teve nos últimos treze anos desde a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Verificam-se dados de diversas naturezas em busca de concluir quais foram os avanços e os pontos que ainda são necessários melhora. A tabela número um apontada no primeiro capítulo deixa ilustrado que somente 60,20% das toneladas de resíduos no Brasil são descartadas corretamente. Sendo assim, pouco mais da metade, vale observar que esta porcentagem é calculada pela soma e divisão entre as cinco regiões do país e ocorre uma grande discrepância entre as porcentagens das regiões.

No capítulo dois é abordado as formas e definições nacionais diante das mudanças internacionais segundo o relatório Nosso futuro comum, dessa forma, é colocado em certo ponto que o país possui grande predominância de trabalho de catadores que efetuam este trabalho de separação e destinação, criando assim a possibilidade de venda desses produtos após a separação adequada.

Ao decorrer do trabalho fica evidente pelos dados apresentados que as regiões Norte e Nordeste possuem maiores dificuldades na coleta e destinação adequada do que as outras regiões.

Quando se verifica os dados apresentados de municípios, verifica-se uma situação diferente da esperada. Os dados apresentados no gráfico 3 no segundo capítulo demonstra a quantidade de municípios de acordo com a sua destinação no ano. Verifica-se que ocorre um aumento significativo de municípios que efetuam a coleta e o descarte adequados de resíduos em comparação com os municípios que efetuam de forma inadequada. Um ponto importante que também fica evidente no decorrer do trabalho é que diversos municípios em diferentes situações não apresentam dados sobre a coleta e a destinação dos resíduos sólidos, dificultando a análise dos dados numa totalidade do país.

Vale ressaltar também, que no caso de grandes geradores de resíduos, pouco se tem mencionado sobre os incentivos fiscais que o governo disponibiliza para as empresas que utilizam recursos reciclados em seu processo de produção.

Em suma, os dados coletados para efetivar a análise desse trabalho demonstram que ainda existe uma grande quantidade de cidades e estados que não fornecem os seus dados, demonstrando um descaso com a gestão dos resíduos sólidos.

Ao analisar os municípios no decorrer do capítulo três percebe-se que uma força significativa na coleta de resíduos sólidos é feita por catadores ou cooperativas, dessa forma, demonstrando que os altos índices federais de grande coleta de matérias como latas de alumínio ou papelão não é somente efetuado pelas prefeituras e sim por um sistema de cooperativos, catadores que busca por meio dessa coleta formas de subsistência.

Outro ponto verificado na análise de municípios como Belém é a quantidade baixa de áreas que estão inseridas em modelos de coleta seletiva porta a porta, demonstrando que pouco dos resíduos coletados nos domicílios estão separados. Sendo assim, será necessário o trabalho de catação a ser efetuado para que assim seja possível reutilizar os produtos.

O estudo do caso que ocorre em Belém do Pará permite uma análise adequada da forma com que as prefeituras podem lidar com a coleta de resíduos. A escolha na ocasião foi a terceirização do serviço ao invés de associações de catadores. Os aspectos observados levaram a compreensão de que a coleta efetuada porta a porta possui maiores resultados do que aquelas efetuadas em postos de entrega voluntária, estes não foram tão eficientes pois a população não aderiu a separação adequada gerando assim a necessidade de efetuar um trabalho de catação dos resíduos após a coleta nos pontos.

O estudo de caso realizada na cidade de Uberlândia permitiu uma análise mais aprofundada da dinâmica de reutilização do alumínio no país. O Brasil possui um dos maiores índices de reciclagem de latas de alumínio no mundo e esse alto índice permite entender que além da reciclagem da matéria prima ainda é possível poupar em quesitos energéticos, entre outros. Possibilitando assim como informado no capítulo três que a reciclagem desse material permita além da reciclagem de bauxita uma reciclagem de fatores energéticos e materiais necessários para a elaboração do produto.

Já o estudo sobre o descarte do vidro na cidade de Belo Horizonte permite a verificação da necessidade de um investimento na região com o objetivo de gerar um ponto de reciclagem do vidro. O descarte adequado do vidro para reutilização é muito benéfico, pois ele é capaz de ser totalmente reutilizado diminuindo a quantidade de lixo gerado pela população, além disso, essa reciclagem ainda possibilita uma diminuição dos gastos para produção de lixo.

Dessa forma, foi possível verificar com os dados abordados no texto que ocorreram avanços desde a implementação da política nacional de resíduos sólidos, mas eles não são suficientes para satisfazer as necessidades de descarte adequado de resíduos. No caso dos descartes inadequados como os que ocorrem em lixões, por exemplo, segundo a PNRS já eram para estar resolvidos e os lixões não deveriam mais ser utilizados desde 2014, mas os dados verificados no decorrer do trabalho demonstram que ainda existem diversas cidades que utilizam lixões e que grandes quantidades de resíduos são destinadas aos mesmos. Vale ressaltar que, em 2020, o Marco Legal do Saneamento Básico prorrogou o fim dos lixões para 2021 em capitais e regiões metropolitanas e em cidades de menos de 50 mil habitantes para 2024.

Uma mudança no marco como a citada acima coloca em perspectiva a forma com que as cidades acabam por ter mais tempo para utilizar métodos anteriormente aceitos para o descarte de resíduos sem a devida preocupação com as consequências ao meio ambiente.

Diante disso, percebe-se um avanço nos últimos dez anos de PNRS, mas é necessário efetivar novas ações para melhorar a forma com que o país descarta seus resíduos. Passos que podem e devem ser abordados e intensificados no futuro são iniciativas municipais com acordos com cooperativas, a coleta seletiva porta a porta em áreas mais abundantes do país, entre outros.

FRANQUI, L.H.T. A política nacional de resíduos sólidos e os tributos relevantes de projetos de desenvolvimento de Klering. In: ROTTA, E., LAGO, I.C., JUSTEN, A.F., and SANTOS, M., eds. **Conhecimento em rede: desenvolvimento, cooperação e integração regional em território de fronteira – Rede CIDIR: 10 anos** [online]. Chapecó, SC: Editora UFFS, 2019, pp. 433-449.

FERREIRA, Elzimar Tadeu de F; BALESTIERI, José Antonio P Comparative analysis of waste-to-energy alternatives for a low-capacity power plant in Brazil. **Waste Management & Research**. London: Sage Publications Ltd, v. 36, n. 3, p. 247-258, 2018.

FINANCIAMENTO do BNDES para a reciclagem. [S. l.: s. n.], 2016. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=3211&catid=29&Itemid=34. Acesso em: 16 ago. 2022.

FOSTER, Allan; ROBERTO, Samanta Souza; IGARI, Alexandre Toshiro. **Economia Circular e Resíduos Sólidos: Uma Revisão Sistemática Sobre a Eficiência Ambiental e Econômica. Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente.** Dezembro 2016. Disponível em: <http://www.periodicosibepes.org.br/index.php/recadm/article/view/2581/1044>.

GALILEU, Redação. Microplásticos são encontrados em animais marinhos do Oceano Antártico. **Galileu**, [S. l.], p. 1, 29 mar. 2023. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/um-so-planeta/noticia/2023/03/microplasticos-sao-encontrados-em-animais-marinhos-do-oceano-antartico.ghtml>. Acesso em: 15 abr. 2023.

GEISSDOERFER, Martin; SAVAGET, Paulo; BOCKEN, Nancy M.P; HULTINK, Erik Jan. The Circular Economy – a new sustainability paradigm?. **Journal of Cleaner Production**, Volume 143, 1 February 2017, Pages 757-768

HISATUGO, Erika; JÚNIOR, Oswaldo Marçal. **Coleta seletiva e reciclagem como instrumentos para conservação ambiental: um estudo de caso em Uberlândia, MG.** [S. l.: s. n.], 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/JPBCyDGGBrKQFFhghB8CG8p/?lang=pt>. Acesso em: 20 out. 2022.

LIMA, Eudes Ferreira; FILHO, Jeremias Pereira da Silva; ARAÚJO, Aryane Florinda de Souza (ed.). **DICIONÁRIO DE TERMOS USADOS EM ECOLOGIA.** [S. l.: s. n.], 2016. Disponível em: https://www.ufpi.br/images/Dicion%C3%A1rio_de_Termos_Usados_em_Ecologia.pdf. Acesso em: 13 abr. 2022

MAIA, Angela Luzia Aguiar; AZEVEDO, Eline Barros de; ARAÚJO, Nailsa Maria Souza. **A questão ambiental no capitalismo: o destino dos resíduos sólidos na gestão pública do meio ambiente.** [S. l.: s. n.], 2018.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO. Resíduos Sólidos. **Panorama do Saneamento Básico no Brasil 2021**, [S. l.], p. 1-206, 1 dez. 2021.

MACHADO, Cinthia Tiara Santos; SANTOS, Vilma da Silva; ARAÚJO, Edson Aparecida de; OLIVEIRA, Querido. A RECICLAGEM DE ALUMÍNIO COMO VANTAGEM ESTRATÉGICA DE NEGÓCIOS EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA: UM ESTUDO DE CASO. [S. l.: s. n.], 2011.

MELLO, Maria Celina Abreu de. **PRODUÇÃO MAIS LIMPA: UM ESTUDO DE CASO NA AGCO DO BRASIL**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Dissertação de Mestrado, 2002.

OLIVEIRA, Fábio Ribeiro de; FRANÇA, Sergio Luiz Braga; RANGEL, Luís Alberto Duncan. **Princípios de economia circular para o desenvolvimento de produtos em arranjos produtivos locais**. [S. l.: s. n.], 2018.

PEREIRA JUNIOR, Amaro Olímpio. APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE RESÍDUOS: UM MERCADO QUE NÃO SE PODE DESCARTAR. **Boletim regional, urbano e ambiental**, [S. l.], p. 1/4, 7 out. 2020

PROCESSANDO recicláveis após as restrições chinesas para a importação de sucata e rejeitos. **IT Recovery Value**, [S. l.], p. 1, 20 jan. 2020. Disponível em: <https://itrv.com.br/blog/processando-reciclaveis-apos-as-restricoes-chinesas-para-a-importacao-de-sucata-e-rejeitos/>. Acesso em: 25 out. 2022.

RIBEIRO, Luana da Silva; INOVAÇÃO CRADLE TO CRADLE (C2C) E CIRCULARIDADE: CONTRIBUIÇÕES ECONÔMICAS E AMBIENTAIS NO BRASIL. **Revista Iniciativa Econômica**, vol. 4, nº 1, edição especial, 2018.

SANJAD, HEITOR CAPELA. **RECICLAGEM COMO ALTERNATIVA PARA A EFICIÊNCIA E SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA NO SETOR DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE BELÉM - PA**. Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil (PPGEC) da Universidade Federal do Pará, Dissertação de Mestrado, 2018.

SILVA, Jussara Severo da. GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUA IMPORTÂNCIA PARA A SUSTENTABILIDADE URBANA NO BRASIL: UMA ANÁLISE REGIONALIZADA BASEADA EM DADOS DO SNIS. IPEA, **boletim regional, urbano e ambiental** | 12 | jul.-dez. 2015

SZIGETHY, Leonardo; ANTENOR, Samuel Antenor. Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos. **Centro de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Sociedade**, [S. l.], p. 1, 9 jul. 2020. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>. Acesso em: 25 out. 2022.

TCESP. Tribunal de Contas do Estado de São Paulo. Estamos avançando na gestão do lixo?. **Um panorama dos municípios do Estado de São Paulo frente ao Novo Marco Legal do Saneamento Básico**, p. 1-42, 1 mar. 2021.

TURNER, R. Kerry; PEARCE, David; BATEMAN, Ian. **Environmental Economics: An Elementary introduction**. [S. l.: s. n.], 1993.

TRINDADE, Carolina Silva da; ALVIM, Augusto Mussi. O ACORDO DE PARIS E AS EMISSÕES DE GASES: IMPACTOS SOBRE A PRODUÇÃO DE SUÍNOS NO BRASIL^{1,2}. **Planejamento e Políticas Públicas (PPP)**, [S. l.], p. 72-98, 1 jan. 2022.

VENÂNCIO, Alinéia Aparecida Marques; DIAS, Mayra Ferreira; MELO, Pedro Henrique do Amaral; ALVIM, William Douglas; BRITO, Barbara Viana de; NEVES, Beatriz de Barros; FERNANDES, Carolina Lyra de Matta Machado; FERREIRA, Bruno Christiano Silva. **Estudo de caso: reciclagem e reuso de vidro em Belo Horizonte-MG**. [S. l.: s. n.], 2020. Disponível em: https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/10804/9023?__cf_chl_rt_tk=yth

giCZHczHLj25V.2GsW1.yn7qvYeBawrT6raubDOU-1666786193-0-gaNycGzNCRE. Acesso em: 26 out. 2022.

ZANETTI, Izabel Cristina Bruno Bacellar; SÁ, Laís Mourão; ALMEIDA, Valéria Gentil. **INSUSTENTABILIDADE E PRODUÇÃO DE RESÍDUOS: a face oculta do sistema do capital**. [S. l.: s. n.], 2009.