



Lucas Nunes Franco

Encerramento da disposição final irregular de resíduos sólidos urbanos: Alternativas para o município de Tucuruí- Pará

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Instituto de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

Dissertação orientada pelo Professor Dr. José Almir Rodrigues Pereira

Belém – Pará – Brasil
2022

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a)
autor(a)**

N972e Nunes Franco, Lucas.

Encerramento da disposição final irregular de resíduos sólidos urbanos : Alternativas para o município de Tucuruí-Pará / Lucas Nunes Franco. — 2022.

97 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. José Almir Rodrigues Pereira
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Civil, Belém, 2022.

1. Alternativas. 2. Aterro Sanitário . 3. Lixão . 4.
Planejamento. I. Título.

CDD 628

**ENCERRAMENTO DA DISPOSIÇÃO FINAL IRREGULAR DE RESÍDUOS SÓLIDOS
URBANOS: ALTERNATIVAS PARA O MUNICÍPIO DE TUCURUÍ-PARÁ**

Autor:

LUCAS NUNES FRANCO

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À BANCA
EXAMINADORA APROVADA PELO
COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
DO INSTITUTO DE TECNOLOGIA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ,
COMO REQUISITO PARA OBTEÇÃO
DO GRAU DE MESTRE EM
ENGENHARIA CIVIL NA ÁREA DE
RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO
AMBIENTAL

APROVADO EM: 11/07/2022

BANCA EXAMINADORA:

Documento assinado digitalmente
gov.br JOSE ALMIR RODRIGUES PEREIRA
Data: 19/05/2023 06:22:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. José Almir Rodrigues Pereira
Orientador (UFPA)

Documento assinado digitalmente
gov.br BRUNO DE OLIVEIRA FREITAS
Data: 01/06/2023 13:57:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Bruno de Oliveira Freitas
Examinador Externo (UTFPR)

Documento assinado digitalmente
gov.br LINDEMBERG LIMA FERNANDES
Data: 31/05/2023 22:23:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Lindemberg Lima Fernandes
Examinador Interno (UFPA)

Visto

Prof. Dr. Marcelo de Souza Picanço
Coordenador do PPGEC/ ITEC/ UFPA

RESUMO

Analisa a situação e apresenta proposta para o encerramento do lixão utilizado como destino final dos resíduos sólidos urbanos (RSU) de Tucuruí-PA. O estudo é caracterizado como qualitativo, investigativo documentacional e foi elaborado a partir de três etapas. Na primeira foram levantadas informações do setor de RSU da prefeitura do município de Tucuruí. Em seguida, foram verificadas as iniciativas governamentais domínio do município e do Estado para a disposição final adequada dos RSU em Tucuruí. Já na terceira etapa foram analisadas alternativas para o encerramento do lixão existente. Na pesquisa foi possível verificar que os instrumentos de planejamento técnico municipal e estadual estabelecem a utilização de aterro sanitário. Contudo, os projetos de engenharia não foram incluídos no planejamento orçamentário, o que inviabiliza a destinação de recursos financeiros para sua concretização. A partir disso, foram levantadas alternativas para a finalização do lixão, sendo considerada como mais viável a alternativa 3, que integra Tucuruí e Breu Branco em consórcio para implantação de um aterro sanitário. A partir do estudo foi observado um cenário ao município de Tucuruí e a necessidade de adequação da disposição final de RSU ao estabelecido na legislação vigente, para nortear as ações estruturais que resultem na destinação e disposição final adequada, de modo a permitir acesso a recursos da União, evitando penalidades ambientais e consequências à saúde pública.

Palavras-chave: Alternativas. Aterro sanitário. Lixão. Planejamento.

ABSTRACT

It analyzes the situation and presents a proposal for the end of the open garbage dump used as the final disposal of urban solid waste in Tucuruí-PA. The study is characterized as qualitative, documentary and investigative and was developed in stages. In the first one, information was collected from the urban solid waste sector in the municipality of Tucuruí. Then, the initiatives of municipal and state governments for the proper final destination of urban solid waste in Tucuruí were verified. In the third, alternatives for closing the existing open garbage dump were analyzed. With the research it was possible to verify the instruments of municipal technical planning and establish the use of the sanitary landfill. However, the engineering projects were not included in the budget, which makes financial resources for your project unfeasible. From this, alternatives were raised for the completion of the dump, being considered the most viable alternative 3, which integrates Tucuruí and Breu Branco in a consortium for the implementation of a sanitary landfill. From the study, a scenario was observed in the municipality of Tucuruí and the need to adapt the final disposal of RSU to what is established in the current legislation, to guide the structural actions that result in the appropriate destination and final disposal, in order to allow access to resources from the Union, avoiding environmental penalties and consequences for public health.

Keywords: Alternatives. Landfill. Open garbage dump. Planning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Situação dos Planos estaduais de Resíduos Sólidos ao ano de 2019.....	19
Figura 2 – Número de municípios declarantes do SNIS que possuem plano de gerenciamento de RSU	20
Figura 3 – Representação de despejo irregular (Lixão).....	21
Figura 4 – Esquema das etapas do manejo de resíduos	25
Figura 5 – Incinerador e componentes básicos.....	30
Figura 6 - Aterro controlado em atividade	31
Figura 7 - Aterro sanitário em atividade.....	33
Figura 8 - Mapa de localização de Tucuruí	41
Figura 9 -Etapas da pesquisa.....	42
Figura 10- Fluxograma dos processos da etapa 3.....	47
Figura 11- Gráfico do número de doenças infecciosas e parasitárias em Tucuruí	50
Figura 12- Sistema de gestão dos RSU em Tucuruí-PA.....	54
figura 13- Composição gravimetria dos RSU de Tucuruí-PA	55
Figura 14- Lixão do município de Tucuruí.....	57
Figura 15- Aglomeração de animais em meio ao lixão a céu aberto	58
Figura 16- Trabalhadores em meio ao lixão a céu aberto.....	58
Figura 17- Construções de residências no lixão.....	58
Figura 18- Ponto de aglomeração de resíduos no bairro Beira Rio	59
Figura 19- Presença de resíduos no igarapé Santana.....	60
Figura 20- Usina de triagem do bairro Getat.....	61
Figura 21- Pará e suas regiões de integração.....	62
Figura 22- Mapa de Localização da região do Lago de Tucuruí	63
Figura 23- Localização dos lixões utilizados pelos municípios em torno de Tucuruí ...	70
Figura 24- Distância entre os municípios da simulação de consórcio do PEGIRS	71
Figura 25- Distância entre os municípios da simulação de consórcio da alternativa 2	73
Figura 26- Pedologia dos municípios de Breu Branco e Tucuruí	75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Doenças provenientes do descarte inadequado dos resíduos	23
Quadro 2- Definição dos resíduos de acordo com sua classe	34
Quadro 3- Origem de dados e informações utilizadas na etapa 1	44
Quadro 4- Origem de dados e informações utilizadas na etapa 2	45
Quadro 5 - Ponderações necessárias	47
Quadro 6- Objetivos, instrumentos, princípios da Lei 12.305 de 2010	52
Quadro 7- Frequência de coleta nos bairros de Tucuruí	56
Quadro 8- Configurações para implantação de aterros na região lago.	64
Quadro 9- Conformidade de instrumentos da PNRS pelo PMGIRS	66
Quadro 10- Prazos para adequação dos municípios pelo novo marco do saneamento.....	69
Quadro 11- Vantagens e desvantagens das alternativas.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Custos de implantação de aterros sanitários por etapa (R\$)	36
Tabela 2- Reajuste do custo de implantação de aterros (R\$)	36
Tabela 3- Dados populacionais e de desenvolvimento de Tucuruí	49
Tabela 4- Dados da gestão de RSU- Tucuruí.....	53
Tabela 5- planejamento setor de RSU conforme PPA (2018 – 2021).....	67

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
ABELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
FAPESPA	Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisa
FUNASA	Fundação Nacional da Saúde
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IBAM	Instituto Brasileiro de Administração Municipal Fundação
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LDO	Lei de Diretrizes Orçamentárias
LOA	Lei Orçamentária Annual
NBR	Norma Brasileira de Regulação
ONU	Organização das Nações Unidas
PPA	Plano Plurianual
PEGIRS	Plano de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos
PMGIRS	Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PIB	Produto Interno Bruto
PIBpc	Produto Interno Bruto per capita
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
RI	Região de Integração
RDH	Relatórios de Desenvolvimento Humano
RS	Resíduos Sólidos
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
RM	Região Metropolitana
SEMAS	Secretaria do estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

Sumário

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	10
2.1 OBJETIVOS GERAIS.....	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
3.1 POLÍTICAS DE SANEAMENTO BÁSICO	11
3.2 ÁREAS INADEQUADAS PARA DISPOSIÇÃO FINAL- LIXÕES.....	20
3.3 LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	24
3.4 ATERRO CONTROLADO	31
3.5 ATERRO SANITÁRIO	33
3.5.1 Planejamento e tomada de decisão orçamentária para a implantação de aterros sanitários	37
4 METODOLOGIA	40
4.1 ÁREA DE ESTUDO.....	40
4.2.1 Etapa 1: Análise da situação do município de Tucuruí.....	43
4.2.2 Etapa 2: Investigação da iniciativa governamental para finalização das formas de disposição final irregulares de RSU do município de Tucuruí.....	45
4.2.3 Etapa 3: Propor alternativas para o encerramento das disposições inadequadas de RSU no município de Tucuruí	46
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
5.1 DADOS POPULACIONAIS E INFORMAÇÕES ASSOCIADAS AO DESENVOLVIMENTO E QUALIDADE DE VIDA NO MUNICÍPIO	49
5.2 SITUAÇÃO DO SETOR DE RSU EM RELAÇÃO A PNRS	51
5.3 INICIATIVAS GOVERNAMENTAIS (MUNICIPAIS E ESTADUAIS)	61
5.3.1 Iniciativa governamental do estado.....	62
5.3.2 Iniciativa governamental do município	65
5.4 ESTRATÉGIA PARA ENCERRAMENTO DOS LIXÕES	69
5.5 ALTERNATIVAS AVALIADAS.....	71

5.5.1 Alternativa 1- Consórcio do plano estadual de gerenciamento dos resíduos sólidos (PEGIRS).....	71
5.5.2 Alternativa 2- Consórcio entre Tucuruí x Breu Branco x Novo Repartimento x Goianésia do Pará	73
5.5.3 Alternativa 3- Consórcio entre Breu Branco x Tucuruí.....	74
5.5.4 Alternativa 4- Solução individual para Tucuruí	76
5.6 ANÁLISE TÉCNICA- PROPOSTA COMPARAÇÃO DAS ALTERNATIVAS.....	77
6 CONCLUSÃO	81
REFERÊNCIAS.....	82

1 INTRODUÇÃO

O crescente número da produção de resíduos sólidos urbanos (RSU) é realidade e problema frequente da sociedade, principalmente por causa do crescimento populacional desordenado dos centros urbanos (PORTELLA; RIBEIRO, 2014). Bettencourt *et al.*, (2007) observam que mais da metade da população mundial já vive em polos urbanos, assim como Silva e Silva (2020) ressaltam que mais de 85% dos brasileiros vivem as áreas urbanas.

Em decorrência do sistema de infraestrutura não acompanhar o acelerado crescimento demográfico, resulta que boa parte da população não seja atendida com equidade nos serviços públicos (FILHO *et al.*, 2015). Logo, isso constitui ameaça às infraestruturas urbanas, além de desencadear problemas ambientais (SEIDEL, 2010) e aumentar os riscos de possíveis situações catastróficas (MELLO; SATHLER, 2015).

Os problemas de infraestrutura associados com a realização adequada e de forma universal dos serviços públicos à sociedade afetam diversos segmentos da gestão pública, como o setor de limpeza pública e manejo e resíduos sólidos. A produção de resíduos sólidos é oriunda da sociabilidade urbana atual que atua diretamente influenciando cada vez mais a um consumo desenfreado e com menor atenção à sua disposição final, além de impactos que podem ser desencadeados (CORREA *et al.*, 2019).

Muitas cidades brasileiras têm problemas com seus resíduos, anualmente ocorre aumento da produção desse material, pois há crescimento demográfico e, consequentemente, aumento da massa gerada, segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2019).

A existência e manutenção dos serviços relacionados ao manejo de resíduos sólidos, incluindo a disposição ambientalmente adequada, contribui para amenizar os impactos à saúde humana e meio ambiente (GONÇALVES *et al.*, 2019; ABREU, 2018).

Embora o manejo adequado traga benefícios à sociedade, infelizmente os lixões e aterros controlados ainda são realidade de grande parte dos municípios brasileiros, sendo considerados os maiores causadores de impactos ambientais,

levando em conta que a origem dos resíduos sólidos depositados em locais inadequados é bastante diversificada e com diferentes magnitudes (FERREIRA, 2017), o que acaba ocasionando o aumento de processos erosivos, a redução e estresse da fauna local, alteração da qualidade do solo, depreciação de lençóis freáticos, contaminação de catadores, impactos extremamente prejudicais ao meio ambiente (COSTA *et al.*, 2016; FERREIRA, 2017).

Ramos *et al.*, (2017); Souza e Assis, (2020) ressaltam que os lixões ainda são realidade comum para descarte de resíduos nos países em desenvolvimento, estando associados a impactos ao meio ambiente. Já Mucelin e Bellini (2008) comentam que os lixões também representam perda para a economia, pois a matéria-prima encaminhada a eles (resíduos) é uma fonte de geração de renda (GABIALTI, 2004; CALDAS, 2011).

Na Lei 12.305 (Política Nacional dos Resíduos Sólidos), de 2 de agosto de 2010, são dispostas e mantidas diretrizes à gestão integrada dos RSU, à qualidade de vida aos cidadãos e à minimização de impactos ao meio ambiente. Além dessa legislação, no ano de 2020 foi sancionada a Lei 14.026 de 15 de julho de 2020, conhecida como o novo marco do saneamento, que, amplia os prazos para a disposição ambientalmente adequada dos rejeitos dos centros urbanos.

Apesar dos avanços da diretriz legal, o estado do Pará ainda apresenta baixos índices de atendimento com serviços de coleta, destinação dos resíduos ao processo de reciclagem, além da existência de locais irregulares para disposição final, conhecidos como “Lixões”. Tais condições de disposição final de resíduos sólidos urbanos podem interferir nos índices sociais e econômicos dos entes federativos, com reflexos nos problemas existentes, ocorrência de doenças infecciosas e parasitárias, além dos impactos ambientais de forma local.

Nesse contexto, levando em conta a necessidade de encontrar alternativas para a solução de problemas de saneamento existentes na sociedade, na pesquisa é investigada se há disposição inadequada de RSU no município de Tucuruí no estado do Pará.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Analisar a situação da disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos, propondo alternativa para a implantação de aterro sanitário no município de Tucuruí, Estado do Pará.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a situação e as alternativas empregadas para a destinação e disposição de resíduos sólidos urbanos no município de Tucuruí;
- Analisar as iniciativas constantes em instrumentos de planejamento do município e Estado para a erradicação de lixões como locais de deposição de RSU no município de Tucuruí;
- Comparar alternativas e propor solução técnica para erradicar a utilização de “lixões” como locais de disposição final dos resíduos no município de Tucuruí, em conformidade com as exigências legais do novo marco do saneamento básico.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção é apresentada a revisão bibliográfica dos assuntos de maior relevância à pesquisa. São abordados os conceitos de elementos do planejamento público, além de definições básicas do sistema de saneamento, manejo dos resíduos sólidos em geral, bem como políticas e partes integrantes do processo.

3.1 POLÍTICAS DE SANEAMENTO BÁSICO

Segundo informações do Ministério da Saúde, o saneamento ou saneamento ambiental é o conjunto de ações com objetivo de alcançar níveis de salubridade ambiental, sendo assim, o saneamento é constituído por quatro componentes com finalidade de melhorar a qualidade de vida da população, e são esses: abastecimento de água potável, coleta e destinação e disposição de resíduos sólidos, coleta e tratamento de esgotamento sanitário, além de drenagem de águas pluviais (BRASIL, 2002).

Segundo pesquisadores como Santos *et al.*, (2018) o sistema de saneamento básico é interpretado como um conjunto de ações que incluem serviços e infraestruturas que além de promover qualidade de vida e bem-estar da população são responsáveis por medidas preventivas à saúde que contribuem em outros setores da sociedade, como a economia.

Portanto, o sistema de saneamento básico tem a função de promover saúde, que segundo a Fundação Nacional da Saúde (FUNASA, 2015) a saúde é compreendida como um estado de completo bem-estar físico, mental e social, que embora não esteja limitado somente a problemas sanitários, é fundamental que exista a disseminação de saneamento básico em decorrência da maioria desses inconvenientes estarem relacionados ao meio ambiente.

Para a legislação brasileira, os serviços de saneamento são estabelecidos pela Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007. Sendo estabelecidas as diretrizes nacionais para prestação dos principais serviços, compostas por, abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana associado ao manejo de resíduos e drenagem urbana de águas pluviais.

Já as políticas direcionadas especificamente aos resíduos sólidos são estabelecidas na Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010, a política Nacional de Resíduos sólidos (PNRS), que dispõe dos princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes associadas à gestão integrada dos resíduos, incluindo os domésticos, urbanos e perigosos.

Ainda de acordo com a Lei 12.305 de 2010, o gerenciamento dos resíduos é definido como um conjunto de ações que, direta ou indiretamente, influenciem nas etapas de transporte, transbordo, tratamento e destinação e disposição final dos resíduos e rejeitos.

A Lei conceitua resíduos e rejeitos, uma vez que são os dois subprodutos de toda a cadeia do ciclo de produção. Segundo a política nacional de resíduos sólidos (Lei 12.305 de 2010), os resíduos propriamente ditos são materiais, substâncias, objetos descartados e resultantes de atividade humana na fase sólida ou semissólida, gasesem recipientes ou líquidos que em decorrência de sua composição não possam ser encaminhados a rede pública de esgoto ou corpos d'água.

Por outro lado, ainda de acordo com a Lei 12.305/2010 os rejeitos são os resíduos sólidos que depois de esgotadas todas as formas de tratamento ou recuperação por processos que são viáveis de forma técnica e econômica não apresentem outra finalidade/utilização, além da disposição final ambientalmente adequada.

Também é preciso diferenciar os termos destinação e disposição final, uma vez que, de acordo com a PNRS, a destinação final de resíduos está associada com o reaproveitamento de resíduos, podendo ser direcionados à reciclagem, reutilização, compostagem, aproveitamento energético, entre outros. Já a disposição final ambientalmente adequada vem ser a distribuição ordenada dos resíduos nos aterros, atendendo os critérios operacionais para evitar impactos na saúde humana e no meio ambiente.

A disposição final de maneira ambientalmente adequada pode ser associada a outros processos que devem ser constituídos no setor de resíduos sólidos no Brasil, incluindo a reciclagem, reutilização, logística reversa, entre outros. A união dessas ações tem importância por levar em consideração o ciclo dos produtos e impactos ambientais que podem ocorrer desde a extração da matéria-prima até o retorna à

natureza em forma de resíduo, devendo esse ser submetido a segregação, aproveitamento energético que possuem objetivo de evitar riscos à saúde pública e impactos ao meio ambiente (SANJAD, 2018).

A PNRS estabelece que a disposição final deve ser realizada de forma ambientalmente correta, como em aterros sanitários e durante a execução do aterro devem ser observadas as normas operacionais de modo a evitar riscos à saúde pública, além de minimizar os impactos ambientais.

Ainda pela política nacional de resíduos sólidos, a gestão integrada e eficiente dos resíduos sólidos deve ocorrer com a interação e cooperação entre os poderes do Distrito Federal, estados e municípios. Neste sentido, é definido que os governos estaduais e municipais devem elaborar seu plano de gestão dos resíduos que pode ser intermunicipal, microrregional, entre outros. Sendo que o plano nacional de resíduos deve ser atualizado a cada 4 anos, possuindo vigência de 20 anos.

Além da gestão integrada dos RSU almejada na PNRS, a qualidade de vida dos cidadãos também é importante, fazendo-se necessária existência e manutenção dos serviços relacionados com a coleta e tratamento de resíduos sólidos por serem essenciais para sociedade, pois contribuem na amenização de impactos à saúde humana e ao meio ambiente (GONÇALVES *et al.*, 2019; ABREU, 2018).

No ano de 2020 foi instaurada a Lei 14.026 de 15 de julho de 2020, conhecida como Marco legal do saneamento sob regulação da Agência Nacional de Águas (ANA), que vem respaldar o sistema de saneamento básico no Brasil. O novo marco aborda a respeito da universalização do acesso e sobre a efetiva prestação do serviço ressaltando quais são contemplados, além de metas e novos sistemas de gerenciamento dos serviços prestados.

A lei 14.026 de 15 de julho de 2020 altera algumas políticas de saneamento, como a Lei 11.445 de 2007, almejando aprimorar as condições estruturais do saneamento no país, um exemplo está na prestação dos serviços de saneamento que era atribuição de exclusividade do poder público. Logo, garantir o acesso aos principais serviços era de responsabilidade dos municípios e Estados, podendo ser repassado para empresas privadas, porém a elaboração dos planos era de competência da gestão pública. Atualmente o novo marco do saneamento altera essa condição

torna as empresas privadas membros igualitários em comparação a empresas públicas na disputa pela prestação dos serviços.

As alterações do novo marco também contemplam a Lei 12.305 de 2010 quanto os prazos estabelecidos aos municípios para encerramento dos lixões, definindo até 2024 o tempo necessário para que as cidades de acordo com suas características possam implantar medidas para disposição adequada dos RSU.

A Lei 14.026 de 2020 aborda contextualização dos serviços, a limpeza urbana e manejo de resíduos em seu art. 3, definindo a constituição de atividades e a disponibilidade de infraestrutura para coleta, varrição manual ou mecanizada, transporte, transbordo e disposição final adequada dos resíduos sólidos domiciliares e de limpeza urbana.

O principal desafio que essa legislação gerou aos municípios brasileiros no setor de RSU está na extinção dos depósitos ilegais conhecidos como lixões e adequação para disposição final ambientalmente adequada, que é o caso, por exemplo, da adoção de aterros sanitários. Logo, a lei 14.026/2020 estabelece prazos quanto ao encerramento dos lixões, respeitando as particularidades dos municípios bem como os aspectos populacionais e econômicos.

Prazos definidos para implantação do aterro sanitário pela lei 14.026 de 2020 em seu art. 54:

- I- Até 2 de agosto de 2021, para capitais de Estados e Municípios integrantes de Região Metropolitana (RM) ou de Região Integrada de Desenvolvimento (Ride) de capitais;
- II- Até 2 de agosto de 2022, para Municípios com população superior a 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010, bem como para Municípios cuja mancha urbana da sede municipal esteja situada a menos de 20 (vinte) quilômetros da fronteira com países limítrofes;
- III- Até 2 de agosto de 2023, para Municípios com população entre 50.000 (cinquenta mil) e 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010;
- IV- Até 2 de agosto de 2024, para Municípios com população inferior a 50.000 (cinquenta mil) habitantes no Censo 2010;
- V- Nos casos em que a disposição de rejeitos em aterros sanitários for economicamente inviável, poderão ser adotadas outras soluções, observadas normas técnicas e operacionais estabelecidas pelo órgão competente, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais.

A política Nacional de resíduos sólidos direciona, de modo geral, o perfil que a gestão dos poderes deve assumir para garantir gerenciamento eficaz e integralizado. Destaca-se que existem outros fatores importantes associados ao gerenciamento sustentável, dentre eles o planejamento público orçamentário.

As ações de cada município para atendimento dos prazos estipulados pelo novo marco do saneamento devem constar no planejamento municipal. Para isso, a tomada de decisão orçamentária, que se respalda como instrumento financeiro de planejamento público, é muito importante para as metas e objetivos traçados em um período estipulado nos variados setores da sociedade, incluindo o gerenciamento de resíduos e limpeza urbana (JUNIOR, 2003). Essa tomada de decisão é essencial para a gestão pública e precisa ser fundamentada em políticas públicas, propostas técnicas adequadas e na sustentabilidade econômica, social e ambiental.

Os instrumentos legais brasileiros que respaldam o planejamento da tomada de decisões orçamentárias estão descritos no art. 165 da Constituição Federal de 1988, no caso o Plano Plurianual (PPA); a Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) e a Lei Orçamentária Anual (LOA). Esses instrumentos devem ser planejados pelas diferentes esferas de governo, federal, estadual e municipal (FILHO, 2016). A LDO e LOA são elaboradas anualmente, a fim de estabelecer os critérios para assegurar as metas do PPA a um determinado ano de exercício (ELMESCANY, 2018).

Pela Constituição Federal, o PPA é o instrumento governamental que define as diretrizes, objetivos e metas da administração pública. Isso afirma que no PPA são definidas as estratégias a longo prazo (em um período de 4 anos) em programas que serão beneficiados economicamente direcionando as ações e metas estabelecidas. Neste documento são dispostas todas as prioridades em termos de planejamento público que devem ser atingidas no período estabelecido.

Por sua vez, a Lei de Diretrizes Orçamentárias pela constituição brasileira é o instrumento que comprehende as metas e prioridades da administração pública, sendo estabelecidas as diretrizes de política fiscal e as metas associadas a essas de forma anual durante o período de vigência do PPA. A LDO deve também orientar a elaboração da Lei de diretrizes orçamentárias dispondo das alterações em relação a legislação tributária e estabelecendo a política para fomento das agencias financeiras.

Por fim a LDO se constitui em um importante instrumento de planejamento pois se caracteriza no momento crucial para criação de regras que irão impedir o mau uso dos recursos financeiros públicos, isso decorre em virtude dos poderes Executivo ou Legislativo proporem regras de transparência dos gastos, inibindo despesas ilegítimas que podem estar acima dos indicadores de mercado, além de proibir o uso de entidades indiretas de administração que podem servir como válvula de escape para vedações em mandatos passados (TOLEDO JR., 2011).

Desse modo, é competência do gestor público a identificação e o planejamento de ações para solucionar as deficiências estruturais que impactam na qualidade de vida da população.

Apesar das políticas vigentes de cuidado com resíduos sólidos dentro da esfera do saneamento, é notável a existência de problemas sanitários na sociedade, mesmo com a evidente importância do saneamento básico e sua universalização que são de extrema necessidade na promoção de saúde pública à sociedade, incluindo água potável, sistema de esgotamento sanitário, limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos (LISBOA, HELLER; SILVEIRA, 2013).

A ausência do acesso à população quanto aos serviços de saneamento pode desencadear uma série de impactos sociais e sanitários, incluindo até mesmo sua autopercepção das condições de saúde (MASSA e FILHO, 2020). Nesse sentido, é importante que se assegure o investimento e ampliação ao saneamento básico por ser um grande contribuinte positivo na saúde pública, incluindo estado físico e mental.

As dificuldades de universalização dos serviços de saneamento básico estão concentradas, principalmente, em favelas, periferias, zona rural e no interior (FUNASA, 2006). Isso se comprova quando há análise dos dados e índices que refletem a situação do saneamento na região Norte do Brasil, onde a porcentagem da população total com cobertura de coleta domiciliar de resíduos sólidos (84,4%) é inferior ao índice apresentado por todas as outras regiões brasileiras, estando inclusive abaixo da porcentagem de coleta domiciliar dos RS a nível nacional de 92,1% segundo Sistema Nacional de informações sobre Saneamento (SNIS, 2019).

Apesar do saneamento básico contribuir com a saúde pública, é importante se questionar o que ocorre para que no Brasil venham existir diversas dificuldades quanto

a universalização dos serviços. Para Nunes (2015) os pontos que se destacam dentre as deficiências do saneamento no Brasil estão o déficit operacional com pouca participação do setor público e privado frente a prestação dos serviços de saneamento, falhas de regulação e fiscalização, além do não cumprimento de metas e prazos, incluindo variáveis como a eficiência dos investimentos.

As complexidades na universalização também envolvem a falta de planejamento e aplicação de recursos, isso porque não há definição clara de atribuições do que as esferas governamentais brasileira devem exercer quanto ao saneamento básico, o envolvimento dos agentes pode atribuir uma visão mais ampla que contemple todos os envolvidos, prejudicando as estratégias de planejamento e eficácia da aplicação de recursos (LEONETTI *et al.*, 2011).

As dificuldades também são refletidas em relação ao setor de Limpeza Pública e Manejo de Resíduos Sólidos, principalmente quanto aos problemas decorrentes em virtude dos locais de disposição final enfrentados pelos gestores de resíduos (SILVA *et al.*, 2019).

O planejamento voltado à gestão dos RSU como um dos instrumentos que a Lei 12.305/2010 estipula às diferentes esferas de governos a nível federal, estadual e municipal, deve ser destacado por definir os critérios gerais e regionais que precisam ser exercidos pelo poder público. O capítulo II dos planos de RS da PNRS dispõe de modo geral dos planejamentos de gestão dos resíduos, e diferencia o modo que cada plano deve ser elaborado e alinhado à própria PNRS. Logo, devem existir os planos de gerenciamento dos resíduos da União, dos estados e por fim, de cada município.

O plano da união é conhecido como Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES), possui vigência de 20 anos e deve ser atualizado a cada 4 anos, devendo ter conteúdo mínimo com o diagnóstico da situação dos RSU; as metas de redução, reciclagem, reutilização e metas tanto para eliminação quanto recuperação de lixões, entre outros, segundo a Lei 12.305/2010.

No ano de 2022, o Ministério de Meio Ambiente lançou a nova versão do PLANARES, contendo informações da situação dos resíduos em escala nacional. Percebe-se no PLANARES que os RSU não são abordados com exclusividade, pois no documento também são contemplados os resíduos de construção civil, industriais, de serviços públicos, de saúde e outros. Nesse instrumento de planejamento Federal

consta há a adoção de estratégias para promover a finalização dos lixões.

As estratégias assumidas pelo PLANARES (2022) para eliminação dos lixões e aterros controlados vão desde o fornecimento de recursos financeiros, com objetivo principal de eliminar lixões; até mesmo o interrompimento de repasses financeiros para municípios que ainda encaminhem seus rejeitos aos vazadouros.

Estratégia 1: Vedar, após vencimento dos prazos estabelecidos no marco legal do saneamento, o repasse de recursos voluntários a municípios que encaminhem resíduos sólidos para disposição final em lixões e aterros controlados.

Estratégia 2: Definir orientações técnicas e procedimentos para encerramento de lixões e aterros controlados e recuperação de áreas contaminadas pela disposição inadequada.

Estratégia 3: Realizar levantamento e mapeamento de lixões e aterros controlados, incluindo a necessidade de investimentos para recuperação.

Estratégia 4: Disponibilizar e facilitar acesso a recursos para o encerramento de lixões e aterros controlados, com prioridade para municípios localizados em regiões integradas de desenvolvimento, instituídas por lei complementar, em áreas de especial interesse turístico, bem como para soluções consorciadas.

Estratégia 5: Fomentar assistência técnica para a elaboração de projetos de engenharia, processo licitatório e gestão técnica, orçamentária e financeira nos processos de encerramento de lixões e aterros controlados e recuperação de áreas contaminadas pela disposição inadequada.

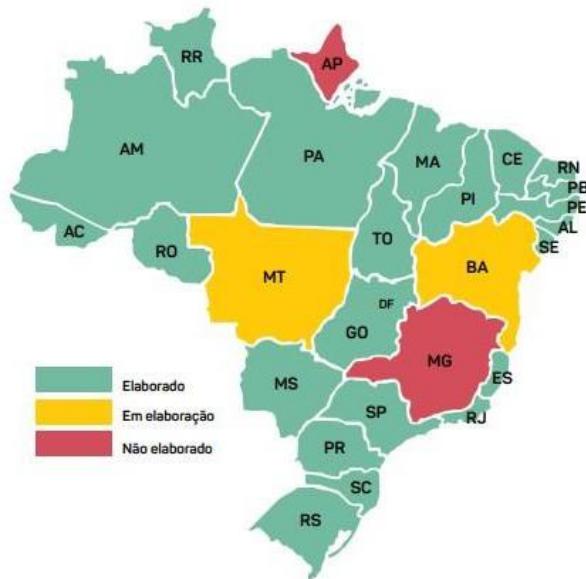
Estratégia 6: Promover mecanismos para formalização, capacitação e assistência técnica aos catadores de materiais recicláveis com atuação em lixões e aterros controlados.

Estratégia 7: Estimular a inovação em novos arranjos logísticos e estruturais para expansão dos serviços de coleta de RSU, investindo em pesquisa e mediante cooperação técnica

Os planos estaduais também possuem horizonte de 20 anos, com revisões de 4 em 4 anos, e devem estar alinhados à PNRS em princípios básicos como redução, reutilização e reciclagem, metas para encerramento dos lixões, entre outros. O conteúdo dos planos estaduais já deve ter abordagem mais direcionada a realidade local, com metas e planos mais específicos às regiões de cada estado.

Atualmente, grande parte dos estados brasileiros já possui planejamento próprio para gestão dos RSU. Na figura 1 são identificados os estados que já possuem, e também os que ainda estão em pendência quanto a esse instrumento legal exigido pela PNRS.

Figura 1- Situação dos Planos estaduais de Resíduos Sólidos ao ano de 2019.



Fonte: PLANARES, 2022.

Nota-se que dentre todas as regiões brasileiras, somente a região sul possuí todos os estados com planos de gerenciamento dos resíduos. Na região Sudeste há o estado de Minas Gerais que não elaborou seu plano; na região Norte o estado do Amapá também não possui plano elaborado. Enquanto na região Centro-Oeste o estado de Mato Grosso está em elaboração do seu plano, assim como o estado da Bahia pertencente a região Nordeste.

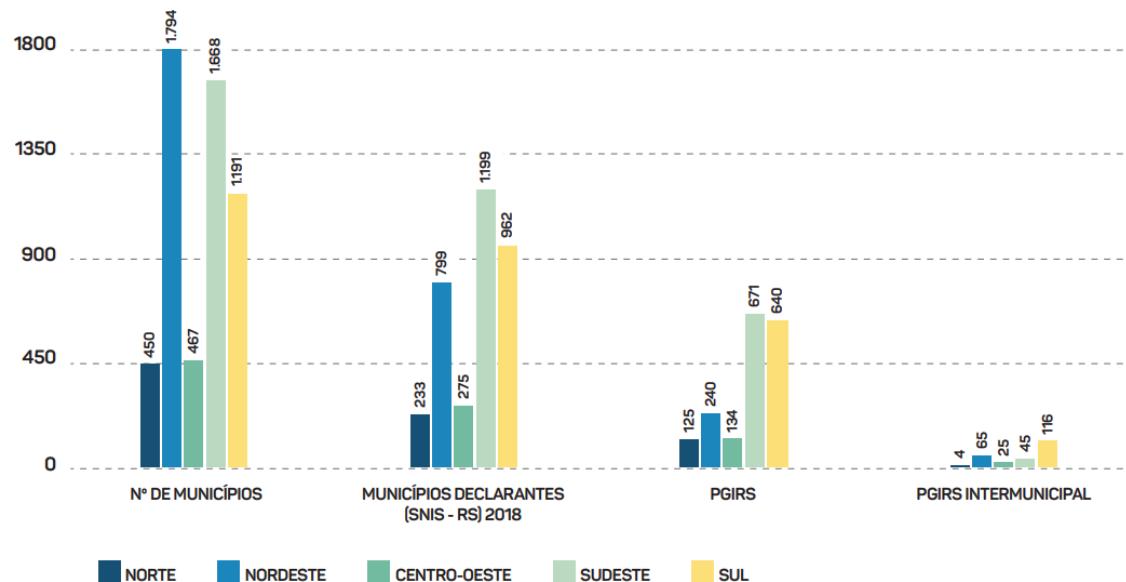
O maior detalhamento do planejamento dos RSU deve ocorrer no Plano Municipal de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos (PMGIRS), inclusive quanto à divisão do espaço em setores de coleta e na definição de área para a implantação do aterro sanitário. De acordo com o art. 18 da PNRS, o PMGIRS é requisito para o município poder acessar recursos da União destinados a empreendimentos e serviços à limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, ou mesmo para benefício de incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito.

Pela PNRS, os planos municipais devem indicar as metas para finalização de lixões e, consequentemente, a implantação de aterros sanitários, logo é preciso compatibilizar o planejamento municipal do setor com o estabelecido nas esferas superiores (federal e estadual). Para isso, o PMGIRS deve identificar alternativas de

áreas favoráveis e definir o melhor local para a implantação das estruturas de destinação final dos RSU. Normalmente, os municípios utilizam aterro sanitário, inclusive com a possibilidade de utilização dessa alternativa em consórcios intermunicipais.

Na Figura 2 constam os números de municípios brasileiros, por região com plano municipal de gestão integrada (individual ou consorciado) dos RSU (PGIRS).

Figura 2- Número de municípios declarantes do SNIS que possuem plano de gerenciamento de RSU.



Fonte: PLANARES (2022).

O número de municípios com plano de gestão integrada dos resíduos sólidos é muito diferente entre as regiões do país. A ausência desse instrumento de planejamento é muito evidente nos municípios da região Norte e Nordeste. Na região Norte somente 28,66% dos municípios informaram ao SNIS a existência de planejamento municipal para o setor de RS.

3.2 ÁREAS INADEQUADAS PARA DISPOSIÇÃO FINAL- LIXÕES

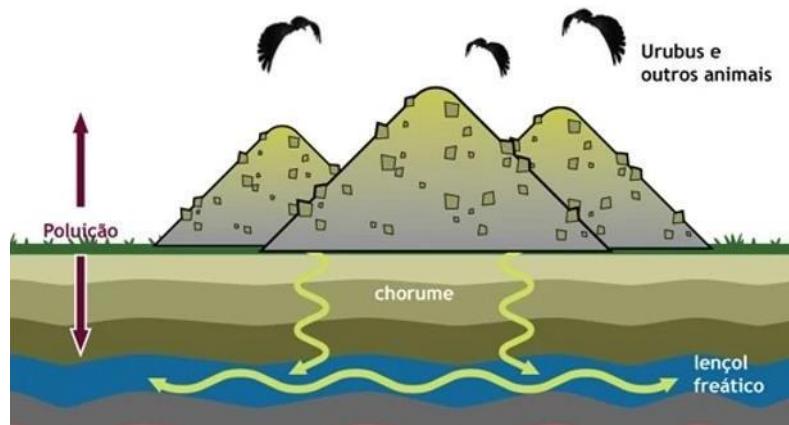
As deficiências na gestão municipal referentes ao planejamento no setor de resíduos sólidos resultam na seleção de soluções não apropriadas, em aspectos ambientais, sociais e econômicos. Entre essas, está a utilização de lixões para o lançamento dos resíduos sólidos.

Embora existam alternativas mais adequadas de maneira técnica e ambiental o uso de lixões a céu aberto ainda persiste, e esses são considerados locais em que ocorrem descarte dos resíduos que ficam expostos ao ar livre sem que ocorra um planejamento ou minimização dos agentes causadores de impactos ambientais. Trata-se da simples descarga de resíduos em um ponto, sem a execução de um estudo técnico que dê enfoque a preservação do meio ambiente (SOUSA *et al.*, 2019).

Uma série de problemáticas ambientais são desencadeadas em virtude da disposição dos resíduos em locais inapropriados, como a emissão de gases sem tratamento, contaminação do solo e lençol freático (COSTA *et al.*, 2016; CORREIA *et al.*, 2018). Além de impactos sociais e de saúde pública, principalmente, dos que lidam diretamente com os resíduos ou residem em proximidade aos lixões (ANDRADE; ALCÂNTARA, 2016).

Na Figura 3 se nota uma representação de depósito irregular de resíduos sólidos.

Figura 3- Representação de despejo irregular (Lixão)



Fonte: Martins (2019)

Quase metade dos municípios brasileiros ainda descarta os resíduos em locais de disposição final irregular, segundo o Sindicato Nacional de Limpeza Urbana (SELURB, 2019). Além disso, o levantamento ainda conclui que a população carece no atendimento por coleta de RSU e somente uma pequena parcela desses resíduos (3,85%) é direcionado à reciclagem.

Os lixões são responsáveis por uma sequência de impactos negativos na sociedade, principalmente aos que residem próximos da instalação, o que provoca malefícios tanto ambientais quanto sociais.

Os impactos negativos ao meio ambiente promovidos pelos lixões são diversos, há consequências que afetam desde o local de disposição, até em áreas mais distantes, sendo possível destacar a proliferação de micro e macro vetores que provocam doenças, poluição visual, alteração da qualidade do solo, degradação das águas subterrâneas, contaminação dos catadores, entre outros problemas que exigem a tomada de medidas mitigadoras para minimização desses impactos (FERREIRA, 2017).

Outro grande problema em decorrência dos lixões está nos impactos que ocorrem de forma permanente, o que implica dizer que os efeitos das ações de disposição inadequada perduram por tempo indeterminado como, por exemplo, o aumento processos erosivos que são impactos que podem continuar mesmo com a ação de disposição finalizada (COSTA *et al.*, 2016).

Além de impactos diretos e indiretos decorrentes ao meio ambiente, há também o surgimento de consequências aos profissionais catadores, como danos à saúde física/mental e quanto a sua condição social, sendo possível identificar o surgimento de doenças ocupacionais, como micoses na superfície da pele dos catadores, e aindá a associação com a pobreza extrema perante os membros da comunidade catadora que necessitam de ações educacionais e sanitárias (CAVALCANTE; FRANCO, 2007).

Os danos à saúde dos catadores em meio aos lixões muitas vezes estão associados com transmissores de doenças conforme apresentado no quadro 1 de Borges (2014) onde se percebe algumas doenças provenientes do descarte inadequado dos resíduos.

Quadro 1- Doenças provenientes do descarte inadequado dos resíduos.

Formas de transmissão	Transmissores	Doenças
Carne contaminada	Porco	Teníase
Fezes, corpo, patas easas	Moscas/ baratas	Salmonelose, verminoses, disenteria, febre tifoide, difteria, doenças gastrointestinais
Fezes, urina, saliva	Ratos	Salmonelose, verminoses, disenteria, febre tifoide
Picada	Mosquitos	Malária, dengue, febre amarela, leishmaniose, filariose

Fonte: Adaptado de Borges (2014).

Logo, a ausência de técnicas operacionais, juntamente com a falta de cuidados sanitários e ambientais faz com que a área de disposição final irregular esteja submetida a pressões antrópicas, ocasionando consequentemente diversos impactos socioambientais, como as condições de trabalho insalubre que os catadores enfrentam, tornando-os sujeitos a diversas doenças, além da situação delicada das pessoas que compõem essa classe, formada por crianças, mulheres que não são isentos dessa forma de trabalho (ANDRADE; ALCÂNTARA, 2016).

Para Ribeiro e Cantóia (2020), as condições precárias de trabalho e a falta de segurança são aspectos que tornam os catadores de resíduos em estado de vulnerabilidade, uma vez que a procura por essa atividade de trabalho informal reflete uma estratégia de sobrevivência para obtenção de renda sem vínculo a qualquer assistência social, economia e saúde, sendo essa uma realidade de diversos municípios.

Além de resultar em problema social e ambiental, a ocorrência de lixão pode indicar que o setor de resíduos sólidos precisa de correção pontual, sendo forte indício da inexistência ou reduzida ação de separação, reutilização ou reaproveitamento dos resíduos sólidos gerados no município.

O ideal é que todas as etapas do sistema de RSU sejam integradas no planejamento do município, pois isso permite maior eficiência na limpeza pública e no manejo dos resíduos sólidos, naturalmente, minimizando ou evitando problemas operacionais e prejuízos para a população.

3.3 LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

As atividades constituídas pela disponibilização de infraestrutura e instalações necessárias para varrição manual, coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana representam os serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos de acordo com a alínea c, inciso I do art. 3 da Lei 14.026/2020.

A associação da limpeza urbana com o manejo de resíduos sólidos não implica afirmar que ambos são necessariamente iguais, pois de acordo com as alíneas de “a” até “f” do inciso III do art. 3C do novo marco, o serviço público de limpeza urbana está relacionado com atividades de varrição, capina, desobstrução de bueiros e bocas de lobo, entre outros.

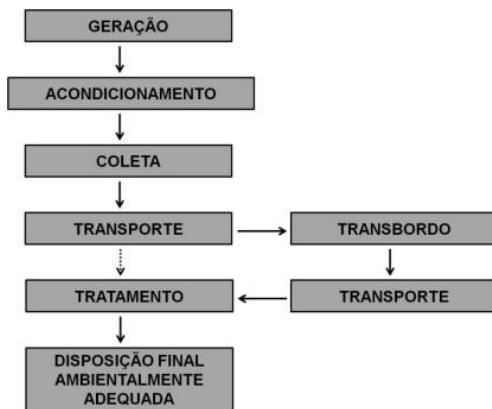
Enquanto o manejo de resíduos sólidos está voltado para execução de programas que necessitam de infraestrutura para implantação ou melhorias nos sistemas de gerenciamento dos rejeitos, com coleta até a disposição final adequada, passando também por unidades de reciclagem, compostagem de resíduos, entre outros (FUNASA, 2014).

A limpeza de vias públicas, sarjetas e podas de árvores em logradouros assim como o manejo de RS desses locais e de domicílios brasileiros estão inseridos no serviço de coleta, transporte, tratamento e disposição final de resíduos, segundo Sistema Nacional de informações sobre Saneamento (SNIS, 2019).

Ainda de acordo com o SNIS (2019), existem diversas características que irão influenciar na eficácia do manejo de RS urbanos, como o planejamento, periodicidade de coleta, infraestruturas variadas (presença de tratamento, disposição final ambientalmente correta), além sistemas de gestão mais robustos para atendimento de outrosmunicípios, os consórcios.

Embora existam grandes variedades no modelo de manejo, pela figura 4 percebe-se um fluxograma das etapas de gestão dos RS urbanos:

Figura 4- Esquema das etapas do manejo de resíduos sólidos urbanos.



Fonte: Sanjad (2018).

A partir da Figura 4, percebe-se o fluxograma de manejo dos resíduos sólidos de Sanjad (2018) desde o processo da geração até a disposição final ambientalmente adequada. Nota-se a inclusão da etapa de tratamento que inclui processos como a reciclagem para aproveitamento de materiais e redução no volume disposto em aterros sanitários.

Embora seja possível perceber na figura 4 acima uma ampla visão dos manejos de resíduos sólidos urbanos, é interessante mencionar que esta não é uma realidade para grande maioria das cidades brasileiras, pois ainda existe o descarte final dos RS em lixões, sendo essa uma realidade encontrada principalmente nos países em desenvolvimento (MAVROPOULOS, 2015).

Um dos problemas oriundos dos resíduos sólidos é quanto a dificuldade de manejo, como obstáculo para implantar coleta seletiva. De acordo a Associação Nacional dos catadores e catadoras de materiais recicláveis (ANCAT, 2018) a coleta seletiva no Brasil ainda é incipiente, somente 17% da população é atendida coleta seletiva (CEMPRE, 2018 apud MARASCIULO, 2020).

Em decorrência dessa problemática os resíduos são em maioria encaminhados para as disposições finais e perdem potencial na reciclagem, reaproveitamento, geração de energia, entre outros.

A aplicação dessas formas de tratamento dos resíduos sólidos em associação a disposição final adequada são fatores muito importantes para vida útil dos aterros, pois com a redução dos resíduos produzidos há maior eficiência no processo de tratamento e redução do volume de rejeitos que devem ser encaminhados ao aterro sanitário (SANJAD, 2018).

O art. 30 do Decreto 10.936 de 12 de janeiro de 2022 estabelece uma ordem de prioridade de ações que devem ser realizadas no gerenciamento dos resíduos, a não geração de RSU, a redução da origem dos RSU, reutilização os resíduos originados, reciclagem e tratamento dos resíduos e, por fim, a disposição final de rejeitos. Antes da disposição final, as estratégias assumidas perante os resíduos são definidas como destinação final, sendo nesse momento que há participação de tecnologias, ações que visem o máximo aproveitamento dos materiais e encaminhamento mínimo dos rejeitos aos aterros.

As alternativas técnicas de destinação final são referentes ao aproveitamento do RSU. Logo, a destinação de resíduo sólido deve ser entendida como processos que visam tratamento e/ou recirculação dos resíduos na cadeia produtiva e de consumo, sem a finalidade de disposição final. Os tratamentos realizados nos resíduos sólidos compõem-se em uma série de procedimentos com objetivo de reduzir a quantidade ou potencial poluidor dos RSU. Isso implica afirmar que esses procedimentos podem variar desde impedir o descarte de resíduos em locais inadequados, até mesmo torná-los materiais inertes ou biologicamente estáveis (IBAM, 2001).

No cap. VII do art. 3 da Política Nacional de Resíduos Sólidos são definidas as destinações ambientalmente adequadas que incluem os processos de reciclagem, reutilização, logística reversa, compostagem entre outras destinações com finalidade de aproveitamento dos resíduos, sempre evitando danos à saúde pública e ao meio ambiente (BRASIL, 2010).

Logo, um modelo de gestão de resíduos sólidos deve incluir as distinções das formas de destinação e das formas de disposição final dos RSU. Considerando que o

tratamento visa a industrialização dos resíduos, são envolvidos então um conjunto de atividades de modo a ocorrer o aproveitamento de certos materiais (papelão, metais, vidros) através, por exemplo, do processo de reciclagem (SCHALCH *et al.*, 2002).

A reciclagem de materiais é pontuada como uma das respostas à grande produção de resíduos (CINQUETTI, 2004), podendo ser considerada uma das formas de destinações mais vantajosas, tanto pelo aspecto ambiental, quanto social, sendo base para atividades econômicas rentáveis quando há um sistema de coleta seletiva bem estruturado (SOUZA; ASSIS, 2020).

Chaves, Marques e Silva (2018) também apontam a reciclagem como processo/método de melhor destinação aos RS em relação ao meio ambiente, pois reduz a quantidade de resíduos encaminhados a aterros sanitários e ameniza a necessidade de extração de matéria-prima da natureza. Entretanto, é defendido também que a reciclagem não pode ser considerada a solução de problemas oriundos dos resíduos, uma vez que o processo ideal é aquele que agrupa a separação domiciliar dos materiais recicláveis, descartando dessa forma a parcela orgânica (IBAM, 2001).

O processo de reciclagem para a Lei 12.305 de 2010 envolve a transformação dos resíduos de modo com que suas propriedades biológicas e físicas e físico-químicas também sejam alteradas com objetivo na origem de novos insumos e produtos (PNRS, 2010).

A reutilização por sua vez dentro da política dos 3R's e para a Lei 12.305 de 2010 vem ser o processo em que os resíduos são aproveitados após uso inicial de modo que não ocorram transformações de origem biológica, física ou físico-química (BRASIL, 2010).

O uso desse processo é vantajoso para redução da massa de resíduos que seria encaminhada à disposição final. Nesse sentido, a mensuração da quantidade exata de RSU que poderia acabar em lixões e aterros é inviável por sofrer interferências de armazenamento, da reutilização, reciclagem, entre outros (JUNIOR, 2003).

A reutilização está muito atribuída à comunidade, sensibilização e compreensão dos benefícios que esta apresenta, Motinho *et al.*, (2017) mostram que

o processo depende bastante do senso de educação ambiental (EA), e ao aplicar na sociedade é necessário traçar estratégias para disseminação dos princípios da EA para efetivá-la como instrumento de promoção e reutilização de resíduos.

Outro processo que também está associado ao direcionamento de forma ambientalmente adequada é a compostagem que pode ser definida como um processo biológico de decomposição de variados materiais orgânicos, sendo esses de origem animal ou vegetal cujo produto final é o adubo orgânico que pode melhorar a qualidade do solo (SOUZA *et al.*, 2020).

A PNRS estabelece na seção II, cap. V do art. 36, a implantação de sistema de compostagem ao titular dos serviços de limpeza e manejo dos RS com finalidade de articular agentes econômicos e sociais, caso exista plano municipal de gerenciamento dos resíduos. Entretanto, ocorre o direcionamento à disposição final em aterros, ocorrendo perda de potencial da compostagem, uma vez que pode ocorrer redução de até 50% de resíduos recolhidos e enviados à disposição (MELO, 2020).

O interesse pelo aproveitamento dos RSU na geração de energia e de calor é grande. Atualmente, no Brasil há duas formas de utilizar os resíduos sólidos para geração de energia elétrica, sendo na forma de biogás e também como carvão do RSU (SOUZA *et al.*, 2019).

Processos que envolvem combustão como a conversão química, a exemplo da pirólise, possuem enorme potencial como alternativas para diversificação da matriz energética, principalmente quando há conversão de resíduos para energia considerando a necessidade sob perspectiva do gerenciamento adequado de resíduos (BERNARDES *et al.*, 2020).

O uso de tecnologias com objetivo de incineração dos RSU em termelétricas pode ser considerado uma alternativa sustentável a longo prazo, pois a aplicação dessa tecnologia diminui significativamente a emissão de gases originados em aterros sanitários e lixões, além de reduzir a degradação e contaminação das áreas utilizadas como disposição final (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

A incineração é um processo muito utilizado nas grandes cidades, cujo objetivo é destruir os resíduos, incluindo líquidos, industriais e hospitalares. O processo consiste na queima dos resíduos em instalações apropriadas para completa e

controlada combustão, de modo a transformar os resíduos em cinzas que não apresentem riscos (ANDRADE; COLTRO, 2005).

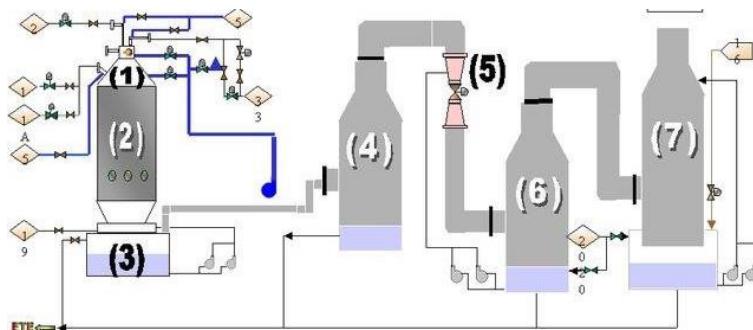
De acordo com a NBR 11175/1990, que aborda dos parâmetros técnicos para incineração de resíduos perigosos, o processo é realizado por base na oxidação à alta temperatura que destrói, reduz o volume ou recupera materiais e substâncias. Ainda de acordo com a NBR, o incinerador é o dispositivo devidamente utilizado a fim de alcançar a oxidação.

Embora o processo tenha suas desvantagens como a origem de gases prejudiciais ao meio ambiente, há também a possibilidade do aproveitamento em função da produção de energia elétrica. E considerando que um dos maiores problemas encontrados pelos gestores de resíduos sólidos é quanto a disposição final, dando evidência que deve ser realizada em espaços e condições que minimizem impactos socioeconômicos e ambientais, a incineração tem suas vantagens principalmente o aproveitamento energético que pode ser superior a produção de energia com base na biodigestão anaeróbia (SILVA *et al.*, 2019).

Para o aproveitamento de energia é necessário uso de tecnologias *Waste to Energy* (WtE) no processo. Dessa forma, é possível afirmar inclusive que na incineração aos resíduos quando utilizada tecnologia WtE é consistente ao que compete os objetivos e diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Considerando que os critérios de emissão atmosférica vigentes, a otimização do processo depende de adequada triagem e prévia separação de resíduos não combustíveis, o que possibilita o desenvolvimento de toda a cadeia de coleta seletiva, incluindo a geração de empregos diretos e indiretos (MACHADO, 2015).

Na figura 5 há a representação do esquema do processo de incineração.

Figura 5- Incinerador e componentes básicos.



Fonte: Pucciarelli *et al.* (2016).

A unidade de incineração é composta de forma básica pela câmara de combustão (1), seguido da câmara de oxidação (2), tanque de resfriamento (3), a torre de separação inicial (4), triturador particulado (5), a torre de separação final (6) e por último um lavador de gases (7), (PUCCIARELLI *et al.*, 2016).

Apesar da pesquisa ter foco nas disposições finais, buscando, compreender os impactos dos locais inadequados de descarte dos resíduos, é importante diferenciar os conceitos de tais técnicas/processos e tecnologias empregadas na gestão dos resíduos (reciclagem, compostagem, entre outros). Como dito anteriormente, podem contribuir na redução do volume de RSU e aumento da vida útil dos depósitos de disposição final.

O Decreto 10.936 de 2022, que regulamenta a PNRS, estabelece a gestão ordenada dos resíduos com tratamento e disposição final mínima de rejeitos, apesar disso há grande geração e pouco aproveitamento (de matéria-prima/energia). E embora se perceba do avanço da legislação, a maioria dos municípios não utiliza instalações de tratamento ou condicionamento dos resíduos sólidos, ou seja, não existe a destinação adequada dos RSU. Na verdade, em muitos municípios brasileiros ocorre o lançamento dos RSU em aterro sanitário, aterro controlado ou lixão.

Vale citar que o uso de aterros sanitários deveria ser prioridade à disposição final dos rejeitos do sistema de RSU, porém, em muitos locais ainda são utilizadas outras soluções com a finalidade de evitar danos à saúde pública e minimizar impactos ao meio ambiente. Apesar do prazo para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos estabelecido no § 2º do art. 54 da Lei 14.026/2020, ainda é comum os

lixões serem substituídos por aterro controlado ou aterro sanitário como local de destinação final, ou seja, local que recebe todo tipo de resíduos sólidos, e não apenas os rejeitos citados na legislação vigente.

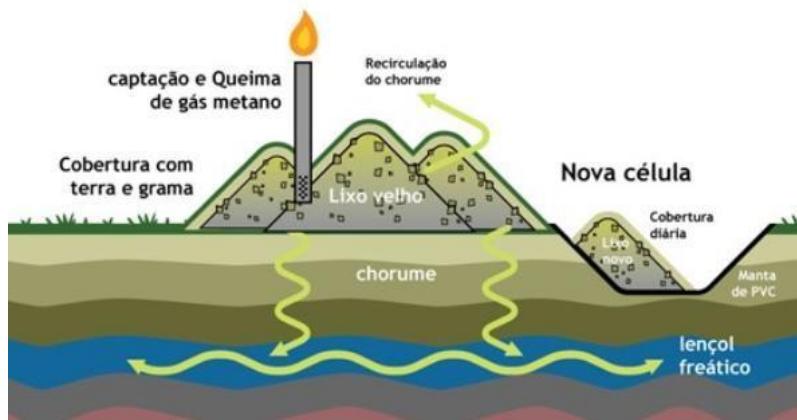
3.4 ATERRO CONTROLADO

Os aterros controlados são técnicas de disposição final diretamente no solo que utilizam princípios de engenharia para confinamento dos resíduos sólidos, sem que esses possam apresentar riscos à saúde pública e sua segurança, além de buscar minimizar os impactos ambientais, de acordo com a Norma Brasileira de Regulação NNR 8849/ 1985.

A norma define alguns dos subprodutos originados da decomposição dos resíduos como, por exemplo, os gases bioquímicos (gás carbônico e metano) de origem da ação microbólica, o lixiviado que vem ser a parte líquida deslocada contendo características dos resíduos, além de contaminantes dissolvidos, em suspensão, orgânicos e inorgânicos (BECEGATO, 2017).

Ainda segundo a NBR 8849/1985 a rotina de operação dos aterros controlados é finalizada com a aplicação de uma camada de material inerte sobrepondo os resíduos, e não inclui material impermeável para retenção dos lixiviados. Logo, existem condições específicas para implantação da técnica, sendo necessário apresentar as características geológicas e geotécnicas para avaliação dos riscos de impactos nos corpos d'água subterrâneos e superficiais. Na figura 6 percebe-se o funcionamento de um aterro controlado.

Figura 6- Aterro controlado em atividade.



Fonte: Martins (2019)

Embora o aterro controlado apresente menor significância em termos de impactos socioambientais, não é o modo de disposição final mais indicado para destino final. A técnica pode não dispor de recursos necessários para tratamento dos subprodutos oriundos da decomposição dos resíduos que podem atingir negativamente os recursos hídricos e promover contaminação do solo (FERREIRA, 2018).

A utilização dos aterros controlados como locais para disposição final dos resíduos vem ser uma alternativa intermediária, cujo principal objetivo é excluir o uso dos lixões que ocasionam impactos mais críticos, porém é preciso considerar que os aterros controlados também podem interferir nas condições do ecossistema, uma vez que não há aplicação de tratamento aos subprodutos como a produção de biogás e lixiviado (QUADROS *et al.*, 2018).

Os aterros controlados assim como as outras formas de disposição final possuem potencial poluidor mesmo após sua desativação, segundo Peixoto *et al.*, (2018) em um aterro controlado no município de Guaratinguetá-SP desativado no ano de 2006 ainda ocorre geração de lama e lixiviados provenientes da decomposição da matéria orgânica, até o momento de estabilização total.

O aterro controlado possui características que apresentam riscos socioambientais e entram em desacordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos e com a Lei 9.605 de 12 de fevereiro de 1998 de crimes ambientais que estabelece em seu art. 54, § 2º cap. V como crime o descarte inadequado de resíduos em relação as exigências legislativas (SOUZA; MORAES, 2021).

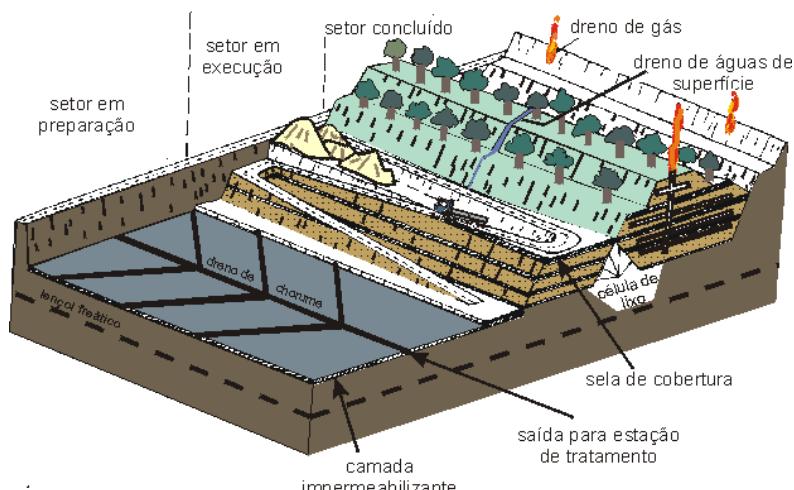
3.5 ATERRO SANITÁRIO

O aterro sanitário como método de disposição final sustentável dos resíduos sólidos vem ser uma técnica com base na aplicação de princípios da engenharia que propõe o confinamento dos resíduos em uma menor área possível, e consequentemente, seu volume. O uso desse tratamento implica na geração de subprodutos, como lixiviados (chorume), sendo necessário estudos para garantir sua recirculação e/ou tratamento (BRÁS, FERREIRA; SILVA, 2017).

De acordo com a NBR 8419/1996 sobre a apresentação de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos, a partir dessa técnica ocorre a disposição dos resíduos no solo sem ocasionar danos à saúde pública e sua segurança, visando minimizar os impactos ambientais a partir de princípios da engenharia para reduzir o volume de condicionamento, finalizando com uma camada de terra.

Na Figura 7 é representada a operação de um aterro sanitário em funcionamento adequado.

Figura 7- Aterro sanitário em atividade.



Fonte: Maria (2008).

Os dois principais subprodutos da degradação dos resíduos (chorume e biogás) são tratados adequadamente a partir da queima do gás metano (CH_4) e tratamento do lixiviado. Apesar disso, há também a alternativa de uso desses na

produção de energia, como apresentam os estudos de Pinãs *et al.*, (2016) e Vanzin (2006).

Embora os aterros sanitários sejam considerados uma alternativa de disposição ambientalmente adequada, é importante destacar que alguns resíduos necessitam de uma atenção especial quanto sua disposição final, logo é necessário conhecer a natureza desses.

A classificação dos resíduos pode ser definida a partir dos conceitos apresentados no Quadro 2.

Quadro 2- Definição dos resíduos de acordo com sua classe.

Resíduos	Definição
Classe I (Resíduos perigosos)	Podem apresentar características de toxicidade, inflamabilidade, corrosividade, reatividade, radioatividade, patogenicidade que apresentam riscos à saúde pública ou meio ambiente.
Classe II- Resíduos não perigosos (A- não inertes)	Materiais que não se enquadram nas outras classes, mas que podem apresentar propriedades inflamatórias, corrosivas, patogênicas, entre outros.
Classe II- Resíduos não perigosos (B- inertes)	Resíduos que não solubilizam ou que não apresente qualquer componente solubilizado quando entram em contato com água destilada ou deionizada, não apresentando padrões superiores ao estabelecido, como cor, turbidez, dureza, sabor.

Fonte: Adaptado da NBR 10004/2004.

Devido a existência de resíduos que apresentam características bastante nocivas à saúde pública e meio ambiente, há também exigências quanto ao seu manejo, principalmente no transporte e disposição final, existindo normas específicas para manipulação de algumas classes.

Como, por exemplo, as NBR 11174/1990 e NBR 12235/1992 que abordam sobre o armazenamento de resíduos classe II não inertes e III inertes, e armazenamento de resíduos perigosos, respectivamente.

Nesse sentido, há resíduos que não podem ser encaminhados ao aterro sanitário público, devendo ser direcionados a outra alternativa de disposição final, como é o caso de aterros sanitários industriais que possuem condições de projeto específicas para condicionar resíduos perigosos com base em critérios estabelecidos pela NBR 10157/1987.

Outra alternativa para resíduos que não podem ser encaminhados aos aterros sanitários são os incineradores, pois possuem finalidade de destruir os resíduos perigosos sob critérios definidos pela NBR 11775/1990, com exceção de resíduos classificados apenas por inflamabilidade ou patogenicidade.

Sendo assim, considerando o crescimento gradual da produção de resíduos há também o aumento na demanda por tecnologias de tratamento, então nesse sentido, há a aplicação/execução de diversos sistemas no tratamento e disposição final dos resíduos sólidos de maneira ambientalmente legal, como triagem (reciclagem), incineração, tratamento biológico, recuperação de energia, entre outros (FADE, 2014).

Embora seja uma ótima tecnologia para neutralizar os efeitos negativos ambientais e de saúde público desencadeados pelos resíduos, a implantação de um aterro sanitário é bastante onerosa. De modo geral, a maior dificuldade de implantação dos aterros sanitários é quanto a viabilidade econômica principalmente nos municípios de pequeno porte (MARIANO; SANTOS & SOUZA, 2020).

De acordo com a tabela 1 presente no estudo de Vital *et al.*, (2014) é perceptível os valores de um ponto de vista geral quanto ao direcionamento de recursos para implantação dos aterros diferenciados a partir de seu porte.

Tabela 1- Custos de implantação de aterros sanitários por etapa (R\$).

Etapas	Grande-2000 ton./dia	Médio I- 1000 ton./dia	Médio II- 500 ton./dia	Pequeno- 100 ton./dia
Pré-implantação	4.065.461	2.032.730	1.355.153	608.087
Implantação	18.169.781	9.084.890	6.056.593	2.669.178
Operação	461.494.052	230.747.026	153.831.350	45.468.163
Encerramento	6.488.889	3.244.444	2.162.963	486.667
Pós-encerramento	35.575.984	17.787.992	11.858.661	3.212.354
Total	525.794.167	262.897.083	175.264.722	52.444.449

Fonte: ABETRE e FGV (2009) apud Vital *et al.*, (2014).

Percebe-se na tabela 1 que todas as etapas de implantação do aterro estão inclusas, até mesmo o pós-encerramento com a recuperação da área. Barbosa *et al.*, (2020) trazem em sua pesquisa os valores da tabela 1 acima atualizados para o ano de 2019 conforme correção. Na tabela 2 estão descritos os valores reajustados considerando as etapas de pré-implantação e implantação.

Tabela 2- Reajuste do custo de implantação de aterros (R\$).

Etapas	Grande Porte- 2000 ton./dia	Médio Porte- 800 ton./dia	Pequeno Porte- 100 ton./dia
Pré-implantação	4.065.461	2.297.813	608.087
Implantação	18.169.781	9.179.885	2.669.178
Total para 2009	22.235.242	11.447.698	3.277.265
Reajuste para 2019.	38.328.503,14	19.784.942,47	5.649.259,94

Fonte: ABETRE e FGV (2009) apud Barbosa *et al.*, (2020).

A diferença de custos de implantação de um aterro sanitário de grande porte fica em torno de R\$ 16.093.261,14, um aumento de 72% do custo inicial em 2009. Para implantação de um aterro de médio porte a diferença dos custos chega a R\$ 8.337.244,47; representando aumento de 72,83%. Já para o aterro de pequeno porte a diferença de custos entre 2019 e 2009 alcança R\$ 2.371.994,94, aumento de 72,37% do valor inicial.

3.5.1 Planejamento e tomada de decisão orçamentária para a implantação de aterros sanitários

As ações de governo de um município ou estado em diversos campos de atuação da sociedade (saúde, educação, segurança) estão associados ao processo de planejamento-orçamentário. Esse processo é uma ferramenta essencial para administração de natureza pública ou privada, pois deve-se considerar que o orçamento traz benefícios na orientação de boas decisões, reduzindo a probabilidade de riscos e aumentando as chances de concretizar determinado objetivo (MOREIRA & MILANI, 2020).

Entretanto, é possível afirmar que o orçamento não é mais visto como uma ferramenta contábil, mas sim como um instrumento de política econômica necessário para planejamento das despesas à necessidade da população (FUNCIA, PEREIRA & MENDES, 2020).

Em termos de administração pública as despesas no Brasil devem obedecer ao princípio de universalidade, logo nada se pode gastar caso não esteja previsto em um orçamento antecipado (ELMESCANY, 2018). Isso pode ser considerado como um avanço de programação de gastos na tomada de decisão orçamentária, visto que nenhum investimento público (de qualquer esfera de governo) poderá ser objeto de programação da LOA (Lei que direciona às metas anuais e programas beneficiados) considerando que tal investimento não esteja previsto no PPA (FUNCIA, PEREIRA & MENDES, 2020).

As ações e serviços de caráter governamental com objetivo de promover a implementação de políticas públicas de saneamento devem ser planejadas por meio dos planos de saneamento básico, estes irão orientar quanto aos investimentos e

garantir sustentabilidade econômica das prestações de serviço. Logo, os planos municipais devem estar inscritos na tomada de decisão orçamentária municipal por meio de objetivos, indicadores, metas físicas e financeiras (FUNCIA, PEREIRA & MENDES).

As políticas públicas direcionadas ao setor de resíduos sólidos, como eliminação de lixões ou aterros controlados, gerenciamento de resíduos recicláveis, melhorias no processo operacional, entre outras, precisam mencionar seu horizonte de atuação e a periodicidade de revisão no PPA. Além disso, é importante que essas políticas públicas possam estar alinhadas ao interesse populacional, por meio da participação e mobilização social sob audiência, consultas públicas, além da disponibilização dos planos técnicos e orçamentários para que a população possa ter acesso e monitorar o cumprimento das ações (CORREIA & OKAWA, 2018).

A elaboração do Plano Nacional de resíduos sólidos (PLANARES) é um dos primeiros passos para gerenciamento dos RSU, seguido a este momento, a elaboração dos planos de outras esferas de governo deve estar alinhada ao PLANARES, com horizonte de vinte anos, com suas metas, cenários e diretrizes que serão revisados e devem estar compatibilizados ao que foi definido nos PPA's. Logo, é necessário que todos os municípios desenvolvam planos com direcionamentos capazes de solucionar problemáticas associadas ao setor de RSU, estabelecendo estratégias técnicas, operacionais e financeiras para eliminação dos lixões (NASCIMENTO, 2012).

A implantação de um aterro sanitário para adequação ao estabelecido pelo novo marco do saneamento precisa ser previsto no planejamento municipal de gerenciamento dos RSU.

A escolha de uma tecnologia de tratamento e/ou de disposição final que receba os resíduos oriundos de um município desencadeia despesas ao teto de gastos públicos, por esse motivo, assim como previsto nos planos municipais de RSU, a implantação de aterros sanitários como política pública deve também estar inserida na tomada de decisão orçamentária.

Entretanto, o custo elevado para concretização de um projeto grande impede que os municípios priorizem tais políticas perante outras necessidades populacionais,

o que pode implicar na necessidade de obtenção de auxílio de outras esferas governamentais.

Além disso, cabe aos municípios o planejamento e a tomada de decisão da implantação de aterro sanitário, o que requer estudo prévio de alternativas, definição dos recursos necessários e tomada de decisão para a inserção dos valores correspondentes aos projetos e as obras no orçamento público (municipal, estadual ou federal).

4 METODOLOGIA

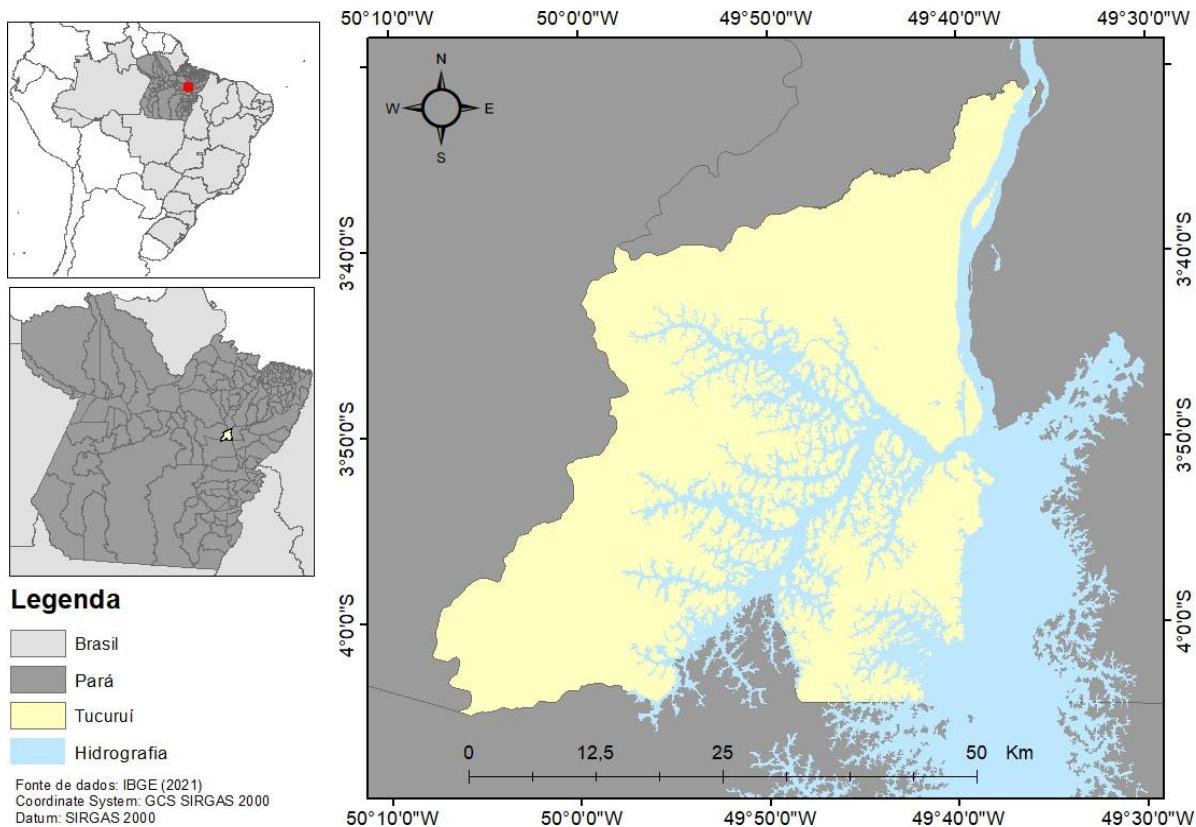
A presente proposta de pesquisa possui caráter qualitativo de forma documental e investigativa a partir da avaliação de práticas municipais e das iniciativas governamentais relacionadas ao setor de RSU. Neste tópico são apresentados os processos metodológicos necessários para realização da pesquisa. São incluídas as ferramentas e etapas da metodologia consideradas importantes para execução da análise e propostas de estratégias no encerramento de depósitos irregulares de resíduos sólidos.

4.4 ÁREA DE ESTUDO

Durante a realização da pesquisa a ocorrência dos lixões como locais para disposição final de RSU, bem como a sugestão de alternativas para finalização dos locais irregulares de disposição de RSU serão os principais objetos de estudo do trabalho. Considerando que há municípios no Pará que utilizam essa maneira de disposição, mesmo com políticas direcionadas para extinção dos lixões, nesse sentido a pesquisa destaca o município de Tucuruí para investigação das suas formas de disposição final dos RSU.

Tucuruí se encontra no sudeste do Estado do Pará, à margem esquerda do rio Tocantins da bacia hidrográfica Tocantins-Araguaia (Figura 8). Possui uma população estimada em torno de 113.659 habitantes com uma área de 2.084,289 km² segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e estatística (IBGE, 2019).

Figura 8- Mapa de localização de Tucuruí.



Fonte: Autor, 2022.

A escolha de Tucuruí decorreu principalmente em virtude das dificuldades encontradas para alcance da universalização do saneamento básico, reflexo também da situação do estado do Pará e no Brasil, o que inclui os serviços de gestão dos resíduos sólidos. Segundo Gandra (2020) cerca de 50% dos municípios brasileiros ainda destinam seus resíduos aos depósitos irregulares, conhecidos como lixões.

Outro reflexo da dificuldade de gestão dos resíduos está no direcionamento ao processo de reciclagem, de acordo com a ABRELPE (2019) apenas 0,48% dos resíduos sólidos produzido no Pará é encaminhado para reciclagem.

4.5 Etapas de Atividade

Considerando elaborar uma análise de Tucuruí conciliando a existência de lixões associada a influência na qualidade de vida da população foram estabelecidas três etapas ordenadas e organizadas conforme apresentado na figura 9.

Figura 9- Etapas da pesquisa.

ETAPA 1: Análise da situação do município de Tucuruí

Fase- 1.1- Obter dados populacionais e levantar informações associados ao desenvolvimento e qualidade de vida no município;
 Fase- 1.2- Analisar o setor e a situação de RSU em relação à PNRS;
 Fase- 1.3- Identificar a solução de disposição/destinação final de RSU empregada no município de Tucuruí.

ETAPA 2: Investigação da iniciativa governamental para finalização das formas de disposição final irregulares de RSU em Tucuruí.

Fase- 2.1- Compreender Tucuruí perante políticas, instrumentos de decisão orçamentária e planos estaduais e municipais;
 Fase- 2.2- Análise das informações.

ETAPA 3: Propor alternativas para o encerramento das disposições inadequadas de RSU no município de Tucuruí.

Fase- 3.1- Análise de estratégias que visem implantação dos aterrossanitários.

Fonte: Autor, 2022.

As etapas mencionadas da pesquisa são detalhadas a seguir, sendo apresentados os materiais e métodos utilizados, além da origem dos dados e informações necessários para o desenvolvimento do estudo.

4.2.1 Etapa 1: Análise da situação do município de Tucuruí

O primeiro momento da pesquisa almeja obter dados e informações gerais incluindo quais as formas de disposição e destinação final de RSU praticadas em Tucuruí. Para isso, foram realizados levantamentos em fontes de informação dos governos federal, estadual e municipal, com a finalidade de obtenção de informações e dados secundários em portais públicos.

Durante a realização da pesquisa também foram coletados dados primários por meio de visitas de campo no local de disposição final para registro fotográfico, conhecimento de área, além de levantamento de informações por entrevistas ao órgão responsável pela gestão integrada do RSU, a fim de se obter melhor conhecimento a respeito do gerenciamento dos resíduos e preencher possíveis questionamentos que os dados secundários poderiam não suprir como rotina de coleta, quantidade de caminhões, natureza da prestação do serviço, entre outros.

A partir dos dados e informações coletadas, seria possível identificar características gerais do município e se utiliza lixão como local de disposição final de RSU. Também foi investigado se o município de Tucuruí utiliza alternativas de destinações ambientalmente adequadas e até onde a gestão está alinhada com a PNRS.

Considerando os prazos estabelecidos pelo novo marco legal do saneamento (Lei nº 14.026/2020) para implantação de técnicas de disposição final adequadas torna-se viável averiguar a situação do município em relação ao prazos. Para isso, foram verificados os dados populacionais na base do IBGE, e relacioná-los com os prazos estabelecidos na Lei 14.026/2020 que são influenciados a partir do número de habitantes dos municípios.

Esses dados iniciais do município foram utilizados na elaboração das demais etapas da pesquisa, principalmente na análise dos mesmos a partir dos dados para verificar os impactos na qualidade de vida considerando a existência de lixões em Tucuruí.

Embora não seja um dos objetivos da pesquisa, averigou-se a influência dos locais irregulares de disposição em fatores que refletem na qualidade de vida da população. A obtenção dos dados e informações secundários em portais

públicos, a partir dessa base de dados e informações tornou possível elaborar uma análise situacional de Tucuruí.

De modo geral, no quadro 3 abaixo são apresentados os dados e informações que devem ser obtidos para composição da análise.

Quadro 3- Origem de dados e informações utilizadas na etapa 1.

Sites governamentais e informações/dados a serem pesquisados.	
Site/Instituição	Informações/dados a serem obtidos
Sistema nacional de informações sobre saneamento – SNIS	<ul style="list-style-type: none"> • Pop. atendida pela gestão de RS; • Existência de aterros sanitários em Tucuruí; • Existência de locais irregulares para disposição final.
IBGE	<ul style="list-style-type: none"> • População geral; • IDH • PIB
DATASUS	<ul style="list-style-type: none"> • Ocorrência de doenças infecciosas e parasitárias.

Fonte: Autor, 2022.

Os Indicadores como IDH e PIB foram selecionados por refletirem informações tanto a respeito econômico, quanto da qualidade de desenvolvimento humano de um país, estado ou município. O IDH, por exemplo, possui o caráter social atribuindo relevância fundamental na definição desse indicador de desenvolvimento humano (DALBERTO *et al.*, 2015).

Assim, a ideia consiste em utilizar as informações e dados coletados anteriormente nos sites governamentais, entrevistas e visitas de campo realizar essa abordagem de expor em gráficos, tabelas, quandros a realidade de Tucuruí para assim tentar identificar as dificuldades deste na execução de unidades sustentáveis que contribuam para a gestão de resíduos em particular, como aterros sanitários, centros de triagem que podem estar associados a questões financeiras, planejamento, gestão municipal, entre outros.

4.2.2 Etapa 2: Investigação da iniciativa governamental para finalização das formas de disposição final irregulares de RSU do município de Tucuruí.

A investigação das iniciativas do estado quanto às metas e ações que envolvam a disposição final dos RSU foi realizada para compreender a situação detalhada de políticas, instrumentos de tomada de decisão orçamentária, além do plano estadual e municipal.

Sendo assim, essas foram pesquisadas em sites governamentais do estado do Pará como da Secretaria de Planejamento e Administração (SEPLAN) e do município de Tucuruí a Secretaria municipal de obras, serviços urbanos e habitação (SEMOB) e Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS) conforme apresentado no Quadro 4.

Quadro 4- Origem de dados e informações utilizadas na etapa 2.

Sites governamentais e informações/dados obtidos na pesquisa.	
Site/Instituição	Informações/dados obtidos
Prefeitura Municipal	<ul style="list-style-type: none"> Instrumentos da tomada de decisão orçamentária municipal (PPA, LDO e LOA).
SEPLAN	<ul style="list-style-type: none"> Instrumentos da tomada de decisão orçamentária estadual (PPA, LDO e LOA).
SEMMAS	<ul style="list-style-type: none"> Plano de gerenciamento dos resíduos sólidos.
SEMOB	<ul style="list-style-type: none"> Plano de gerenciamento de resíduos sólidos municipal.

Fonte: Autor, 2021.

Compreendendo quais estratégias o Estado assumiu para gestão dos resíduos e, principalmente quanto ao encerramento de lixões no município, foi possível examinar a relação com as políticas nacionais que determinam a extinção dos locais irregulares. Logo, foram investigados planos de gestão dos RSU a nível estadual e municipal, os instrumentos de decisão orçamentária vigentes do Estado e de Tucuruí (PPA, LDO e LOA), a fim de verificar que metas foram traçadas visando a implantação de disposições finais ambientalmente adequadas.

4.2.3 Etapa 3: Propor alternativas para o encerramento das disposições inadequadas de RSU no município de Tucuruí

Considerando a realidade de diversos municípios que ainda utilizam os lixões como local para disposição final de resíduos, é importante trazer para essa realidade estudos que abordem sobre estratégias para encerramento de lixões conforme determinado pelos art. 15 e 17 da Lei 12.305 de agosto de 2010, associando esse critério aos prazos estabelecidos para adoção de alternativas de disposição final ambientalmente adequadas pelo art. 54 da Lei 14.026 de julho de 2020 (Novo Marco Legal do Saneamento). Logo, o presente tópico possui objetivo de abordar sobre relatos técnicos, produções acadêmicas que apresentem situações reais sobre encerramento de lixões e a implementação de aterros sanitários.

Nesse sentido, a 3^a etapa da pesquisa foi caracterizada pela busca bibliográfica de artigos, relatos técnicos e outras produções que contribuam com temas relacionados a implantação de aterros sanitários, e que visam a desativação de locais impróprios para descarte final dos resíduos sólidos urbanos.

A busca pelas produções ocorreu a partir de portais como *Scielo*, Periódicos Capes, Research Gate, que reúnam conteúdos acadêmicos e relatos profissionais. Sendo assim, serão organizadas palavras-chave como: aterro sanitário, métodos, desativação de lixões, visando encontrar materiais que possam ajudar a propor alternativas ao problema.

A princípio foram priorizadas as buscas de produções regionais, visto que há possibilidade desses estudos possuírem maior similaridade em relação ao município de Tucuruí, considerando que era necessário ter atenção as características

que irão influenciar na tomada de adoção de uma estratégia para implementação de um aterro sanitário. Entretanto, não foram descartadas as experiências de outros municípios fora do estado do Pará e produções internacionais (Scielo, Research gate), desde que essas possuam aspectos semelhantes ao local de estudo.

Justificando o argumento anterior, é necessário dar atenção a algumas características antes de sugerir a adoção de estratégias que visem a implantação dos aterros sanitários. Principalmente considerando que os municípios paraenses possuem peculiaridades muito distintas de outras regiões brasileiras. Logo, durante esse momento da 3^a etapa foram ponderadas algumas características como as apresentadas no quadro 5.

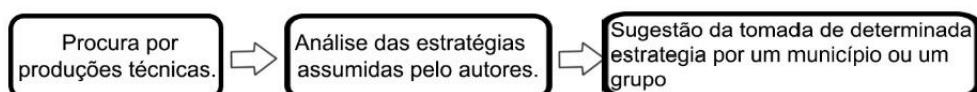
Quadro 5- Ponderações necessárias.

Aspectos/ Características	
População	<ul style="list-style-type: none"> • Nº de habitantes; • Produção em toneladas de resíduos.
Geografia	<ul style="list-style-type: none"> • Pedologia
Logística	<ul style="list-style-type: none"> • Proximidade entre polos urbanos.

Fonte: Autor, 2021.

Na figura 10 é apresentado um fluxograma de como foram idealizados os processos da etapa 3.

Figura 10- Fluxograma dos processos da etapa 3.



Fonte: Autor, 2021.

A proposta principal da etapa é assimilar casos que representem um ou mais modelos para implantação de aterro sanitário no município de Tucuruí, assim, devem ser considerados alguns pontos como a economia do outros entes federativos, a logística, proximidade entre os polos urbanos (para consórcios) e outros aspectos que irão definir a melhor estratégia que poderia ser adotada pelos municípios ou um grupo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico são apresentados os principais resultados acerca da análise do município de Tucuruí quanto as exigências que deve seguir, seus desafios quanto ao enquadramento completo das legislações direcionadas aos resíduos e que estratégias deve assumir para assegurar plenitude quanto ao gerenciamento de RSU.

5.1 DADOS POPULACIONAIS E INFORMAÇÕES ASSOCIADAS AO DESENVOLVIMENTO E QUALIDADE DE VIDA NO MUNICÍPIO

A partir dos dados obtidos nos sites governamentais e de instituições públicas foi possível estimar a população do município de Tucuruí, seu IDH, PIB, além de dados referentes a ocorrência de doenças infecciosas e parasitárias, pois o contato direto com os resíduos sólidos pode ocasionar o surgimento dessa classe de enfermidade.

Na tabela 3 abaixo se percebem os dados populacionais e de desenvolvimento do município.

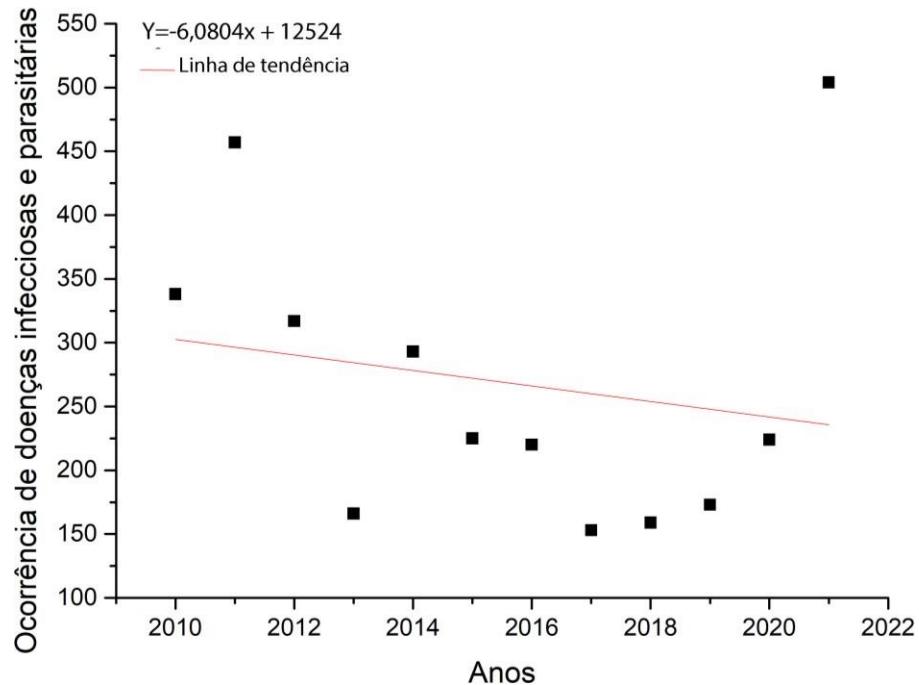
Tabela 3- Dados populacionais e de desenvolvimento de Tucuruí.

População total estimada (2021)	116.605 habitantes
População censo (2010)	97.128 habitantes
PIB	R\$5.318.264,26
PIB per capita (2019)	R\$ 46.791,40
IDH (2010)	0,666

Fonte: Adaptado do IBGE (2010) e IBGE (2021).

Além dos dados gerais do município também foram levantados pelo DataSUS o número de ocorrência de doenças infecciosas e parasitárias desde o ano de 2010 até 2021. Conforme pode se perceber na figura 11 do gráfico de ocorrências.

Figura 11- Número de doenças infecciosas e parasitárias em Tucuruí.



Fonte: Adaptado do Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do SUS (2022).

Embora não seja um dos objetivos associar a existência de lixões no município ao número de doenças, verifica-se na figura 11 acima que a tendência do número de doenças infecciosas e parasitárias tem caráter redutivo durante os anos conforme percebe-se na linha de tendência.

É importante destacar que o contato com resíduos sólidos não é o único fator que interfere diretamente no surgimento de doenças infecciosas e parasitárias, segundo Luna e Junior (2013) essas podem ser desencadeadas por outras circunstâncias, como relações sexuais desprotegidas, transmissão fecal-oral, entre outros. Entretanto, tais dados foram explanados em decorrência das circunstâncias sanitárias que os resíduos podem provocar. E segundo Souza *et al.*, (2020) essa categoria de doenças (infecciosas e parasitárias) é um fator indicativo por estarem diretamente associadas a condições de pobreza e baixa qualidade de vida.

Segundo o Departamento de Vigilância Epidemiológica do Ministério da Saúde (2010) existe um público com maior probabilidade em desenvolver doenças infecciosas e parasitárias, como pessoas que ficaram expostas a enchentes, alagamentos, fossas, esgoto, resíduos entre outros.

Desse modo, os trabalhadores que atuam diretamente na coleta e separação dos resíduos podem estar desenvolvendo algum tipo de doença ocasionada por agentes físicos, materiais perfurantes, fumaça, monóxido de carbono, entre outros (SOUZA, 2017).

5.2 SITUAÇÃO DO SETOR DE RSU EM RELAÇÃO A PNRS

O levantamento de dados e informações da gestão de RSU de Tucuruí permitiu verificar até que ponto o município atende determinados instrumentos da PNRS. A aplicação dos instrumentos estabelecidos na PNRS pelo município pode priorizá-lo no acesso aos recursos da União, podendo ser beneficiado por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito para o fomento de ações com finalidade no gerenciamento de RSU, logo a aplicação da lei além de defender princípios ambientais e de proteção à saúde pública, também é importante para ajudar os municípios no gerenciamento adequado de resíduos.

De modo geral, no quadro 6 a seguir são apresentadas as seguintes exigências para uma boa gestão de resíduos de acordo com a PNRS comparado ao que Tucuruí possui segundo levantamento dos dados e informações.

Quadro 6- Objetivos, instrumentos, princípios da Lei 12.305 de 2010

Estabelecido	Onde encontrar?	Há realização no município
Coleta seletiva	Art. 8º - Inciso III	Não
Reutilização	Art. 7º – Inciso VI	Não
Reciclagem	Art. 7º- Incisos II, VI	Não
Compostagem	Art. 36º- Inciso V	Não
Aproveitamento energético	Art. 7º- Alínea b, Inciso XIV; Cap I, § 1º.	Não
Disposição final ambientalmente adequada	Art. 7º- Inciso II; Art. 9º.	Não
Controle Social	Cap II, art. 6º - Inciso X	Não
Logística Reversa	Art. 8º - Inciso III	Não
Plano de resíduos sólidos	Art. 8º - Inciso I; Cap. II seção I, II, III, IV e V.	Sim

Fonte: Adaptado da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Nem todas as exigências mencionadas acima no quadro 6 são cobradas com exclusividade de estados e municípios, logo as obrigações não são qualificadas como uma competência totalmente pública. A logística reversa, por exemplo, no art. 33º da PNRS é responsabilidade dos fabricantes, comerciantes que devem implantar esse sistema de retorno do produto após uso do consumidor, podendo ser agrotóxicos, pilhas e baterias, óleos lubrificantes e outros que não devem ser encaminhados à disposição final.

Apesar da condição acima, o poder público pode vir a contribuir com o setor empresarial para que a implantação do sistema seja efetiva, no §3º do art. 33º são dispostas as parcerias por meio de leis, regulamentos ou um acordo entre os setores (público e empresarial), mas caso não exista tal deliberação essa responsabilidade de

realizar a logística reversa dos resíduos é de competência das indústrias, fabricantes e comércios.

De maneira geral, para Maiello *et al.*, (2018), a Política Nacional de Resíduos Sólidos é ambiciosa e traz fundamentação em seu conteúdo para alcance dos seus objetivos, porém as autoras comentam a ausência de alinhamento entre federação e municípios e qual a possível resposta para que os poderes de esferas locais não consigam estar conectados com o estabelecido a nível federal, que podem ser desde interferências econômicas até mesmo quanto a ausência de políticas locais próprias para gerenciamento dos RSU.

A realidade do município de Tucuruí não é diferente dos casos de diversas cidades com problemas na gestão de resíduos, além de problemas físicos que serão discutidos posteriormente, não há fornecimento de dados aos principais sistemas de dados sobre saneamento. O SNIS possui poucos indicadores e informações sobre o gerenciamento de resíduos local, a seguir na tabela 4 é possível analisar o perfil do município e da gestão de resíduos conforme dados do SNIS.

Tabela 4- Dados da gestão de RSU- Tucuruí

Prestador do serviço	Secretaria de obras, serviços urbanos e habitação.
Natureza Jurídica	Administração pública direta
Pop. urbana atendida pelos serviços	109.589 habitantes
A prefeitura cobra pelos serviços de limpeza de RSU?	Não
O município possui plano de saneamento básico?	Não
O município possui coleta seletiva?	Não
Despesa total com serviços de manejo de RSU	R\$ 8.228.945,69
Natureza do Plano de resíduos sólidos (municipal, intermunicipal)	Municipal

Fonte: Adaptado do SNIS (2020).

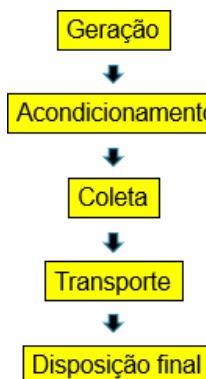
As informações fornecidas pelo SNIS (2020) são escassas e carecem de diversos dados importantes como a quantidade de RSU coletada por agentes públicos e privados, recebimento de recurso federal para aplicação no setor de RSU, além de não apresentar confirmação da existência de cooperativa/associação de catadores de materiais recicláveis que podem ter parceria com a prefeitura ou não.

A série histórica de indicadores e informações de Tucuruí não possui dados dos anos de 2016, 2017, 2018 e 2019, o que reflete na ausência de fornecimento ao sistema nacional por parte do município que possui dados mais recentes para 2015 e 2020. Essa situação vai contra ao estabelecido pela PNRS que define que os entes federativos precisam fornecer tais dados para o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos (SINIR).

Além dessas informações gerais, por meio do SNIS foi possível notar que o município afirmou estar planejando aderir a um consórcio intermunicipal no ano de 2013. Entretanto, de acordo com as informações ao ano de 2020 já não há existência ou pretensão do consórcio mencionado anteriormente.

As visitas para levantamento de informações ligadas à gestão de RSU se mostraram uma ferramenta importante para complementar a ausência de informações do SNIS. Em princípio, foi possível identificar a existência do Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (PMGIRS) que não é mencionado no SNIS, assim como o sistema de gestão dos RSU juntamente com a gravimetria dos resíduos locais, conforme apresentados, respectivamente, nas figuras 12 e 13 a seguir.

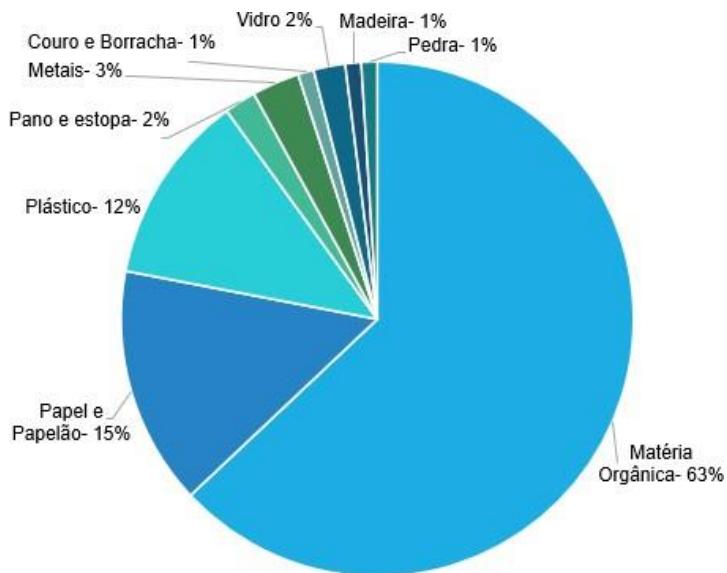
Figura 12- Sistema de gestão dos RSU em Tucuruí-PA.



Fonte: Departamento de Serviços urbanos, 2022.

Nota-se que o sistema de gestão dos RSU no município de Tucuruí não inclui etapas direcionadas a destinação final (reciclagem, reutilização, compostagem). Após a coleta dos RSU nos domicílios ocorre o transporte diretamente para o local utilizado como disposição final, sem que ocorra qualquer segregação entre recicláveis.

Figura 13- Composição gravimétrica dos RSU de Tucuruí-PA



Fonte: Plano Municipal de gerenciamento integrado dos RS de Tucuruí, 2013.

De acordo com o Departamento de serviços urbanos da Secretaria de obras, serviços urbanos e habitação a coleta de resíduos ocorre de segunda até sábado por 4 caminhões, sendo que os bairros são atendidos três vezes por semana. É importante mencionar que Tucuruí possui uma Vila residencial (Vila Permanente) para trabalhadores da Eletrobrás, e a gestão dos resíduos é realizada pela empresa GERIS terceirizada da Eletrobrás que realiza coleta dos resíduos, entretanto a disposição final é realizada no mesmo local utilizado pela prefeitura, o departamento responsável pela gestão dos RSU não tem a informação da quantidade de resíduos anual. No quadro 7 a seguir há detalhes sobre a frequência de coleta em Tucuruí de modo geral.

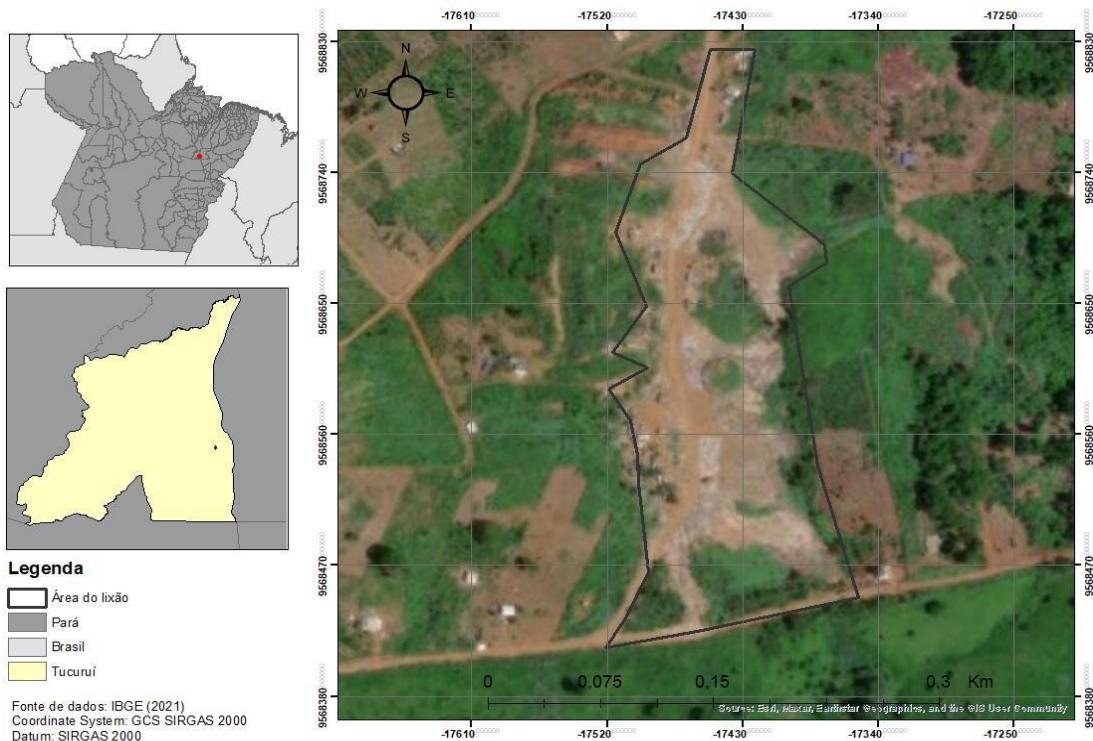
Quadro 7- Frequência de coleta nos bairros de Tucuruí.

Prefeitura municipal (Tucuruí-cidade)		
Dias da semana	Turno	
	Manhã	Noite
segunda	Passarinho, Paravoá, Palmares 1, Santa Mônica, Nova Tucuruí, Liberdade, Nova Matinha, Buriti 1, Buriti 2, Sítio Deus é Grande, Km11, Jd. Mariluce, Cristo Vive, São Francisco, Viva Cidade.	Bela Vista, Centro, Cohab de Cima, Cohab de Baixo, Pimental, Matinha, Colinas.
quarta		
sexta		
terça	Sulpan, Beira Rio, Jd. Alcobaça, Getat, Nova Conquista, Vila Rural, Serra Azul, Colorado, Palmares 2, Jd. América, Santa Isabel, Jd. Alvorada, Terra Prometida, Bom Jesus, Carajás, Vila Banco do Brasil, Tozzeti, Centro.	Jardim Paraíso, Centro, Alto Alegre, Castanheira, Mangal, Getat, Matinha, Jaqueira.
quinta		
sábado		
GERIS- Vila Permanente		
	Manhã	Tarde
	Vila Marabá, Vila Permanente	Vila Tropical, Vila Permanente
segunda/terça/quarta/quinta/sexta/sábado		

Fonte: Departamento de Serviços urbanos, 2022.

Segundo o Departamento de Serviços urbanos, os cidadãos recebem orientação de fiscais do município para que se adequem ao calendário de frequência de coleta. Além disso, os resíduos coletados são encaminhados a um lixão vazadouro conforme apresentado na figura 14, não há direcionamento para tratamento dos resíduos ou destinação final (reciclagem, compostagem, entre outros).

Figura 14- Lixão do município de Tucuruí



Fonte: Autor, 2022.

A área estimada do lixão é de 40.287m², a partir desse dado foi possível obter a proporção de habitantes por área de 2,89 hab./m², o que significa que a cada 1 m² de área atende em torno de 3 cidadãos. Segundo as informações levantadas no departamento de serviços urbanos, o lixão é utilizado pela gestão de RSU de Tucuruí desde 2010. O departamento não possui informações exatas da quantidade de trabalhadores que atuam diretamente na área, sabe-se que esses não compõem uma associação ou cooperativa com incentivo da prefeitura, mas que são assistidos por programas como Bolsa Família que é de competência da administração da Secretaria Municipal de Assistência Social.

A partir disso, os resultados encontrados nas visitas técnicas ao local de disposição final comprovam que o município de fato ainda utiliza lixão como forma de dispor seus resíduos, mesmo com a existência de Leis que exigem o desuso dessa alternativa.

Apesar dos problemas ambientais, um dos principais pontos negativos decorre da penalidade aos municípios que dispõem de seus resíduos em solo e sem

tratamento. O lançamento de resíduos diretamente no solo, sem que ocorra tratamento, pode desencadear penalidades conforme a Lei 9605 de 1998, Lei de crimes ambientais, segundo Panke (2014) a multa pode variar de R\$ 5000 a R\$ 50.000.000.

Nas figuras 15, 16 e 17 é representado o local de disposição final utilizado pela gestão de RSU do município de Tucuruí.

Figura 15- Aglomeração de animais em meio ao lixão a céu aberto.



Fonte: Autor, 2021.

Figura 16- Trabalhadores em meio ao lixão.



Fonte: Autor, 2021.

Figura 17- Residências na área do lixão.



Fonte: Autor, 2021.

Não houve contato direto com as pessoas que trabalham como catadores, apenas observação do meio em que exercem suas atividades e as modificações realizadas pelos mesmos, sendo constatadas 16 residências na área do lixão de pessoas que são ocupadas por pessoas que moram nos municípios de Tucuruí e Breu Branco. Os resíduos direcionados à área são somente de Tucuruí.

Além do lixão utilizado pela prefeitura, como problema principal da gestão de RSU local, o município também enfrenta problemas em decorrência da coleta, uma vez que a população dispõe os seus resíduos em terrenos baldios, e considerando que, segundo Guerra (2018), o simples descarte de resíduos agregados a céu aberto sem tecnologia de controle de impactos ambientais pode definir um lixão, a gestão também precisa atuar diretamente nessas fontes de contaminação difusas. Nas figuras 18 e 19 é possível perceber descarte inadequado de resíduos em alguns pontos de Tucuruí. Logo, além do lixão existem pontos distantes em áreas mais afastadas do centro urbano.

Figura 18- Ponto de descarte de resíduos no bairro Beira Rio.



Fonte: Autor, 2022.

Figura 19- Presença de resíduos no igarapé Santana.



Fonte: Autor, 2022.

Os pontos de resíduos descartados em diferentes lugares da cidade podem ocorrer principalmente da falta de incentivo aos populares pela gestão, onde os moradores de cada bairro são atendidos três vezes na semana. Segundo Soeiro *et al.*, (2022) é necessário que ocorram práticas de educação ambiental que visem melhoria do sistema de saneamento básico, além disso, devem ser realizadas ações voltadas ao controle social por meio de alternativas que despertem senso na comunidade.

De acordo com as informações obtidas pelo Departamento de serviços urbanos o município não possui alguma unidade para realização de triagem, e consequentemente reciclagem de materiais. Além disso, não possui parceria com o setor privado para incentivo da destinação final. Apesar disso, existe uma usina de triagem de materiais recicláveis de iniciativa privada, que conta com aproximadamente 15 trabalhadores de 20 a 50 anos, residentes de bairros como Getat, Nova Conquista e Beira Rio.

Na usina de triagem são segregados materiais como papel/papelão, plástico, vidro, metal e resíduos de concreto. Na figura 20 a seguir é possível perceber mais detalhes da usina de triagem.

Figura 20- Usina de triagem do bairro Getat.



Fonte: Autor, 2022.

A pouca existência de iniciativas de destinação final em Tucuruí faz com que maior parte dos resíduos sólidos coletados não passem por procedimento de reciclagem. Logo, um grande volume de RSU é transportado para o lixão do município. Além de provocar poluição / contaminação do meio ambiente, essa prática não agrega valor econômico, o que impede a geração de renda para muitas pessoas do município.

5.3 INICIATIVAS GOVERNAMENTAIS (MUNICIPAIS E ESTADUAL)

Após verificada a existência de lixões em Tucuruí foram investigadas as iniciativas governamentais de planejamento técnico e econômico destinadas a implantação de aterro sanitário e a erradicação do uso de lixão no município de Tucuruí.

Considerando que os municípios cumprem suas ações e metas de governo, a partir de um planejamento, financiamento e monitoramento de serviços que precisam estar na prestação de contas, autores como Funcia, Pereira e Mendes (2020) afirmam a validação de análises das despesas do setor de saneamento básico para conhecer a prioridade estabelecidas aos diferentes setores (água, esgoto, resíduos, drenagem).

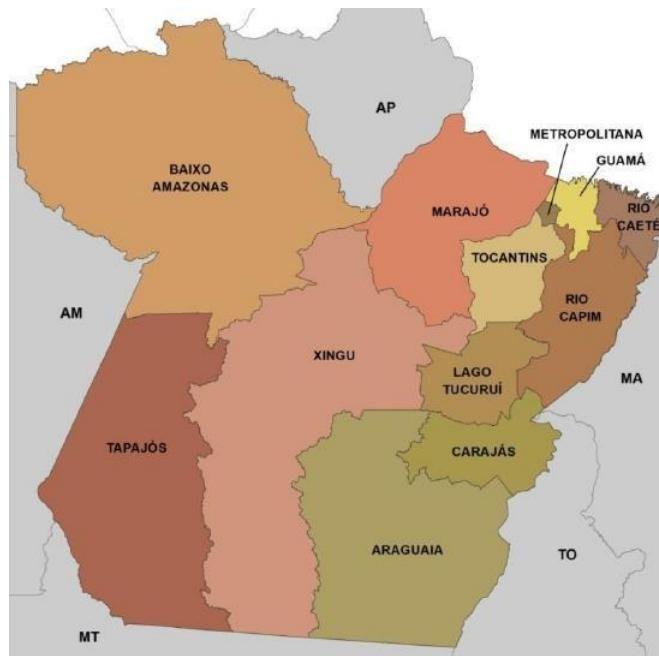
Nesse sentido, no presente tópico são discorridos os resultados dos planos de gerenciamento dos resíduos sólidos do estado do Pará e também o plano municipal, assim como as tomadas de decisões orçamentárias para verificar metas, planos e valores destinados ao setor de RSU.

5.3.1 Iniciativa governamental do estado

Quanto aos planos de gerenciamento, o estado do Pará possui o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PEGIRS) que é o documento com diagnóstico que retrata a situação dos RSU, além de propostas de como os municípios paraenses podem implantar aterros sanitários no horizonte de 20 anos.

No documento há a divisão do Pará em suas 12 regiões de integração (Baixo Amazonas, Tapajós, Xingu, Marajó, Araguaia, Carajás, Lago Tucuruí, Tocantins, Rio Capim, Rio Caeté, Guamá, Metropolitana) apresentadas na figura 21.

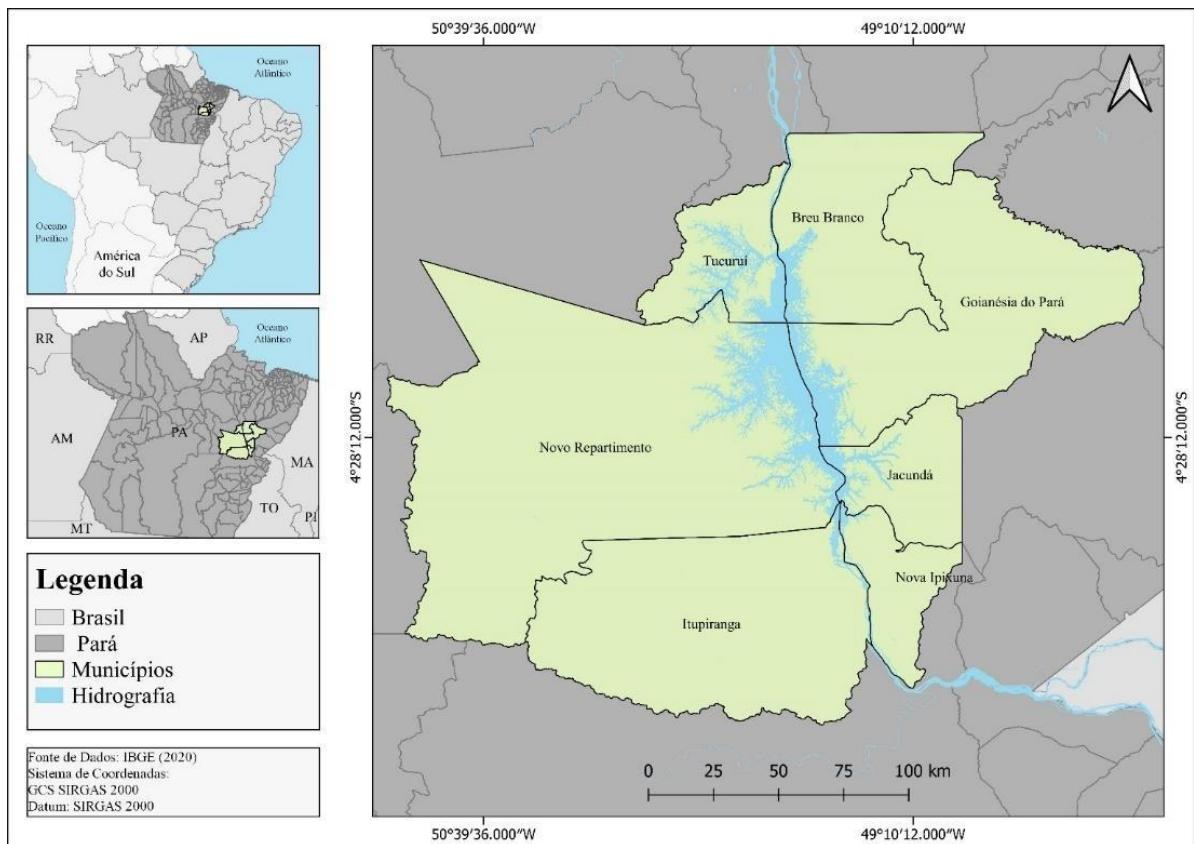
Figura 21- Pará e suas regiões de integração.



Fonte: PEGIRS, 2014.

O município de Tucuruí está incluído na região do Lago de Tucuruí juntamente com municípios como Novo Repartimento, Breu Branco, Goianésia, Itupiranga, Jacundá e Nova Ipixuna, apresentados na figura 22 a seguir.

Figura 22- Mapa de Localização da região do Lago de Tucuruí.



Fonte: Autor, 2022.

As orientações do Plano de gerenciamento estadual para Tucuruí incluem a construção de um aterro sanitário e a criação de um consórcio entre os municípios de Breu Branco e Goianésia. No quadro 8 são apresentadas as configurações do PEGIRS que foram propostas aos municípios da região do lago de Tucuruí.

Quadro 8- Configurações para implantação de aterros na região lago de Tucuruí.

Município	Configuração economicamente mais vantajosa identificada na proposta de regionalização
Nova Ipixuna	Aterro Sanitário de pequeno porte
Jacundá	Aterro sanitário Municipal
Novo Repartimento	Aterro sanitário Municipal
Tucuruí	Aterro sanitário Regional de Tucuruí
Breu Branco	Estação de transferência simples + Aterro sanitário Regional de Tucuruí
Goianésia	Estação de transferência simples + Aterro sanitário Regional de Tucuruí
Itupiranga	Estação de transferência simples + Aterro sanitário Regional de Marabá

Fonte: Adaptado do PEGIRS, 2014.

Embora exista tal planejamento técnico do Estado, para orientar e organizar configurações de sistemas nos municípios adequadas à Lei 12.305 de 2010 para uso de aterros sanitários, ao se analisar a tomada de decisão orçamentária (PPA, LDO e LOA) de 2016 até 2023, não são descritos direcionamentos de recursos voltados à implantação dos aterros e incentivo dos consórcios.

Logo, como as soluções de planejamento voltadas para criação de um consórcio do PEGIRS não estão inclusas dentro o teto de gastos do estado para esse período (2016-2023), não é possível direcionar recursos dessa esfera aos projetos mencionados.

5.3.2 Iniciativa governamental do município

O município de Tucuruí possui seu próprio Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PMGIRS), elaborado em 2013 com horizonte de 20 anos. No documento são reunidos diagnósticos que retratam a situação da gestão de RSU, bem como as metas, ações, mecanismo e procedimentos que serão utilizados na avaliação do plano.

No plano são mencionadas as ações que devem ser realizadas durante seu tempo de vigência, e envolve atividades como atendimento universalizado com coleta seletiva de resíduos sólidos associada a valorização dos recicláveis, varrição e serviços complementares, coleta de resíduos de saúde e de construção, além de metas para destinação e disposição final, entre outros.

No âmbito da disposição final adequada, objeto de estudo da pesquisa, o plano local de gerenciamento visa implantação de uma tecnologia ambientalmente adequada 8 anos após lançamento do plano que iria tratar 70% dos resíduos coletados e também os subprodutos gerados (gases e lixiviado). Devendo ser executado até 2018 e após a implantação da tecnologia, ocorreria a fiscalização da tecnologia para averiguar sua eficiência.

Destaca-se que o plano de gerenciamento dos RSU local não inclui a participação de outros municípios para criação de um consórcio, evidenciando somente o município de Tucuruí como beneficiado pelo aterro sanitário. Situação que dificulta o acesso a recursos federais considerando a prioridade de projetos intermunicipais descrito no PNRS.

A longo prazo o plano de gerenciamento dos resíduos já esperava tratar 100% dos resíduos coletados com a tecnologia aplicada e iria reavaliar a eficiência de processos envolvidos, como a reciclagem.

No plano local também é possível perceber a abordagem de controle social por meio de incentivos à educação ambiental com metas de curto, médio e longo prazo, como por exemplo, a elaboração de projetos de educação ambiental voltados ao gerenciamento de resíduos pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e sustentabilidade (SEMMA) e até mesmo o fortalecimento desses projetos na rede de ensino, além de comunidades e associações.

Além do mencionado, o plano municipal de gerenciamento dos resíduos contém metas destinadas a logística reversa, que mesmo não sendo de responsabilidade direta do município, este pode estar desenvolvendo políticas públicas para auxiliar a realização desse instrumento.

No documento é visada a elaboração de um modelo ao município com base em experiências já desenvolvidas, porém adequando para a realidade local, buscando articular empreendedores, entidades e representativas de diversos seguimentos sociais para formulação das diretrizes e conceitos operacionais até viabilizar a responsabilidade compartilhada da logística reversa.

Dentre os instrumentos estabelecidos pela PNRS, o plano municipal de Tucuruí destaca e detalha suas metas e estratégias para ferramentas como, coleta seletiva, reutilização, redução, reciclagem, controle social, logística reversa, disposição final. No quadro 9 é possível identificar quais instrumentos são mencionados no plano municipal, bem como os instrumentos não abrangidos no PGIRS.

Quadro 9- Conformidade de instrumentos da PNRS pelo PMGIRS.

Estabelecido	PNRS	Metas do PMGIRS
Coleta seletiva	Art. 8º - Inciso III	Sim
Reutilização	Art. 7º – Inciso VI	Sim
Reciclagem	Art. 7º- Incisos II, VI	Sim
Compostagem	Art. 36º- Inciso V	Não
Aproveitamento energético	Art. 7º- Alínea b, Inciso XIV; Cap I, § 1º.	Não
Disposição final	Art. 7º- Inciso II; Art. 9º.	Sim
Controle Social	Cap II, art. 6º - Inciso X	Sim
Logística Reversa	Art. 8º - Inciso III	Sim
Plano de resíduos sólidos	Art. 8º - Inciso I; Cap. II seção I, II, III, IV e V.	Sim

Fonte: Adaptado da Política Nacional de Resíduos Sólidos e PMGIRS.

A declaração anual ao sistema de informações nacional sobre resíduos sólidos (SINIR) não é abordada no plano como um dever do município, o que pode dificultar os gestores, sociedade e comunidade acadêmica na obtenção de dados e informações importantes para conhecimento do perfil de gerenciamento dos resíduos no município, mesmo com a PNRS incumbindo responsabilidade aos estados e municípios no parágrafo único, art. 12.

A tomada de decisão orçamentária (PPA, LDO e LOA) desde 2014 a 2025 não traz consigo informações detalhadas das metas que pretende alcançar no período de duração, porém esclarece para onde são direcionados os investimentos e quanto em valores será destinado ao programa para gerenciamento do setor de RSU.

Na tabela 5, por exemplo, é apresentado o programa, o tipo de gestão e valores destinados a gestão dos resíduos sólidos de Tucuruí no PPA de 2018 até 2021.

Tabela 5- Planejamento para o setor de RSU conforme PPA (2018 – 2021)

Órgão: Prefeitura municipal de Tucuruí					
Programa: Gestão eficiente dos resíduos sólidos e limpeza pública					
Tipo	Ação	2018(R\$)	2019(R\$)	2020(R\$)	2021(R\$)
Atividade	2.035- Coleta e destinação de resíduos sólidos e limpeza pública	12.319.060,00	13.034.151,00	13.921.506,00	13.895.521,00
Total do programa		12.319.060,00	13.034.151,00	13.921.506,00	13.895.521,00

Fonte: Prefeitura Municipal de Tucuruí, 2018.

Ao se observar os valores para manutenção dos serviços de RSU é possível perceber determinada alteração entre os valores aplicados dispostos na tabela 4 ao ano de 2020 (último dado mais recente pelo SNIS) em comparação ao valor que seria destinado para a gestão de resíduos e limpeza pública no mesmo ano de referência conforme tabela 4, com diferença em torno de R\$ 5.692.560,31.

Os instrumentos da tomada de decisão orçamentária não especificam como o valor previsto será investido, pois não são mencionadas destinações detalhadas como aplicação direta em cooperativas/associações de catadores e coleta seletiva, manutenções da disposição final de Tucuruí e maquinários envolvidos (caminhões basculantes, tratores para coleta de entulhos) entre outras atividades que compõem a gestão de RSU. O PPA do município sugere que o valor de investimento será destinado somente à ação “Coleta e destinação de resíduos sólidos e limpeza pública”.

Uma ferramenta interessante para compensação e incentivo às atividades dos catadores de materiais recicláveis é quanto o pagamento por serviços ambientais (PSA), sendo esse um instrumento de promoção das práticas dos recursos naturais, e evidenciando a perspectiva do estudo, adotar tal ferramenta tem por objetivo a recuperação de materiais e, principalmente, a inclusão social desses trabalhadores (SILVA, 2022).

O detalhamento das metas do PPA deveria ser realizado pela LDO e LOA, porém os documentos não descrevem as ações anuais que seriam realizadas durante o período de vigência (2022-2025) apenas informa programas em geral do setor de gestão dos RSU.

Com foco na disposição final, mesmo na tomada de decisão vigente ainda não são acrescentados os gastos necessários para a implantação do aterro sanitário municipal, o PPA abrange duas ações voltadas à gestão dos resíduos, a coleta e destinação dos RSU juntamente com a implantação de uma estrutura com equipamentos para realização de reciclagem.

Mais uma vez, embora exista o planejamento municipal para conduzir a implantação do aterro, a tomada de decisão orçamentária do município não inclui ações direcionadas à realização do aterro. Nesse sentido, não há como encaminhar recursos da esfera municipal para concretização do aterro planejado pelo PMGIRS.

É importante considerar que a tomada de decisão orçamentária do município tem vigência até 2025, enquanto o planejamento estadual tem validade até 2023. Para finalização dos lixões, Tucuruí tem até 2 agosto de 2023 para implantação de uma tecnologia de disposição final ambientalmente adequada de acordo com o novo marco. A implantação de um aterro não foi inserida em ambos os planejamentos orçamentários, desse modo é necessário averiguar possibilidades de obtenção de outras formas de recursos, como por exemplo, recursos federais destinados a projetos ligados à gestão dos RSU.

5.4 POSSIBILIDADES PARA ENCERRAMENTO DOS LIXÕES

Como mencionado anteriormente, para adequação da Lei 12.305 de 2010 quanto as formas de disposição e ao novo marco do saneamento em relação aos prazos, o município de Tucuruí precisa implantar uma tecnologia de disposição final ambientalmente adequada, como um aterro sanitário até 2 de agosto de 2023. Isso decorre em virtude de sua população total ser de 97.128 habitantes segundo censo de 2010 pelo IBGE, conforme é possível perceber no quadro 10.

Quadro 10- Prazos para adequação dos municípios pelo novo marco do saneamento.

Prazos	Situação do município
Até 2 de agosto de 2021	Para capitais de Estados e Municípios integrantes de Região Metropolitana ou de Região Integrada de Desenvolvimento (Ride) de capitais.
Até 2 de agosto de 2022	Para Municípios com população superior a 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010, bem como para Municípios cuja mancha urbana da sede municipal esteja situada a menos de 20 (vinte) quilômetros da fronteira com países limítrofes.
Até 2 de agosto de 2023	Para Municípios com população entre 50.000 (cinquenta mil) e 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010.
Até 2 de agosto de 2024	Para Municípios com população inferior a 50.000 (cinquenta mil) habitantes no Censo 2010.

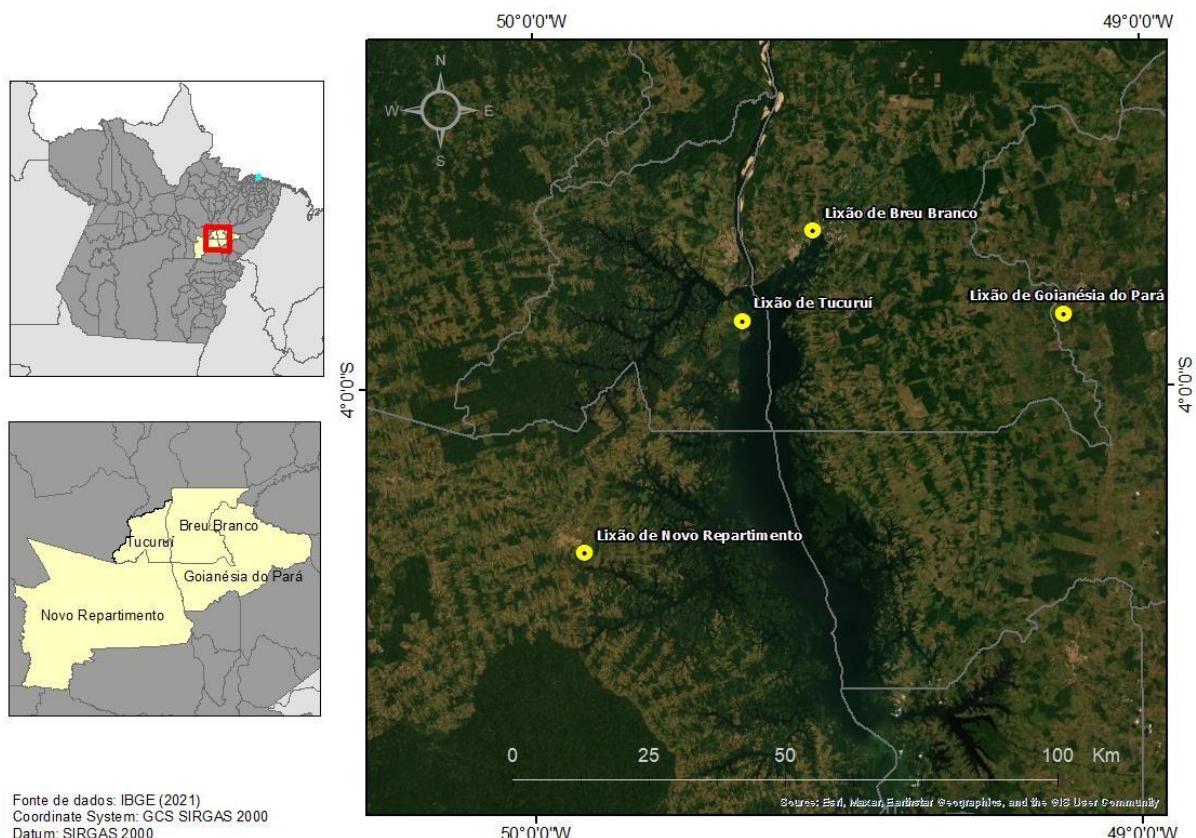
Fonte: Adaptado da Lei 14.206 de julho de 2020.

Considerando a data limite, o município de Tucuruí possui algumas alternativas diante do PEGIRS e PMGIRS de como se adequar ao novo marco, seus prazos, e consequentemente à PNRS pela adoção da disposição final ambientalmente adequada. Sendo esses os meios:

- A criação de um consórcio entre dois ou mais municípios (Proposta priorizada pelo PEGIRS do estado do Pará)
- Solução individual sem contribuições intermunicipais (Proposta priorizada pelo PMGIRS de Tucuruí).

Em primeiro lugar, a solução envolvendo a criação de um consórcio é uma ótima alternativa tendo em vista que tanto Tucuruí, quanto os municípios próximos ainda não possuem aterros sanitários e dispõem de seus resíduos diretamente em lixões. Na figura 23 estão pontuadas as localizações dos lixões de cidades próximas ao local de estudo.

Figura 23- Localização dos lixões utilizados pelos municípios em torno de Tucuruí



Fonte: Autor, 2022.

5.5 ALTERNATIVAS AVALIADAS

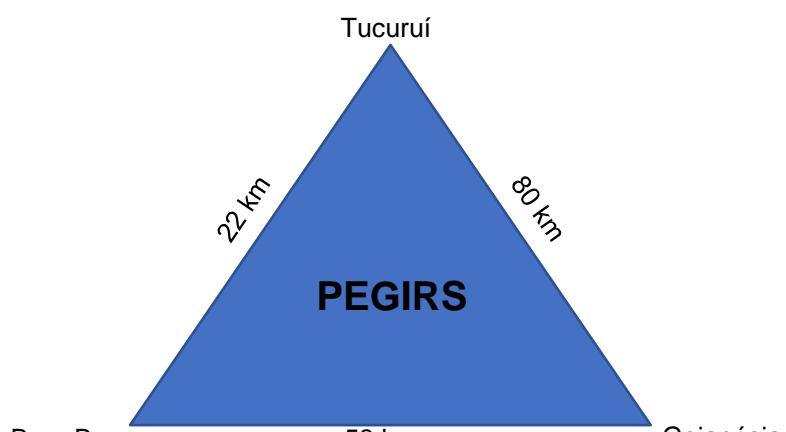
A seguir serão expostas algumas alternativas já existentes conforme planejamento público, além de alternativas que surgiram durante o desenvolvimento da pesquisa. Estes foram avaliados e por fim comparados para qual seria a melhor ocasião inicial para tomada de planejamento do município.

5.5.1 Alternativa 1- Consórcio do plano estadual de gerenciamento dos resíduos sólidos (PEGIRS)

O plano de gerenciamento de resíduos do estado já inclui a criação de um consórcio entre Tucuruí, Breu Branco e Goianésia para implantação de um aterro sanitário regional no território tucuruíense.

Na figura 24 são destacadas as distâncias entre os municípios priorizando como parâmetro as rodovias que ligam as cidades.

Figura 24- Distância entre os municípios da simulação de consórcio do PEGIRS.



Fonte: Adaptado de PEGIRS, (2014).

A principal vantagem dessa alternativa é quanto a possível participação financeira do governo estadual na implantação do aterro, mesmo que seja uma realidade após 2023 em um novo plano de tomada de decisões orçamentárias, pois como dito antes a tomada de decisão atual do Pará já está definida até 2023.

Alguns pesquisadores destacam distância máxima de 50km para sustentabilidade econômica do consórcio, sendo esse um critério para entrada em consórcios já estabelecidos entre municípios do Paraná (SUZUKI & GOMES, 2009).

Além disso, a participação de dois ou mais municípios nesse acordo intermunicipal priorizaria os municípios na obtenção de recursos federais previstos na seção IV no § 1º da Lei 12.305 de 2010 (PNRS) que destaca a solução consorciada como mais propensa a acesso de recursos da União.

A alternativa possui pontos negativos como a exclusão de municípios que estão mais próximos de Tucuruí, como o caso de Novo Repartimento, e sem contar que apesar de Goianésia do Pará estar inclusa, a distância pode prejudicar a sustentabilidade de transferência até o aterro regional em Tucuruí, visto que uma viagem (ida e volta) até o aterro ocorreria com uma distância em torno de 160km.

Segundo Mariano, Santos e Souza (2020), a implantação de um aterro sanitário tem custo elevado, e isso prejudica a viabilidade de municípios de pequeno porte a adotarem a solução de disposição adequada, o consórcio intermunicipal é uma resposta à dificuldade do alto custo de implantação do aterro sanitário, principalmente para cidades de pequeno porte, pois há redução de custos de instalação, e também, divisão dos gastos operacionais e administrativos.

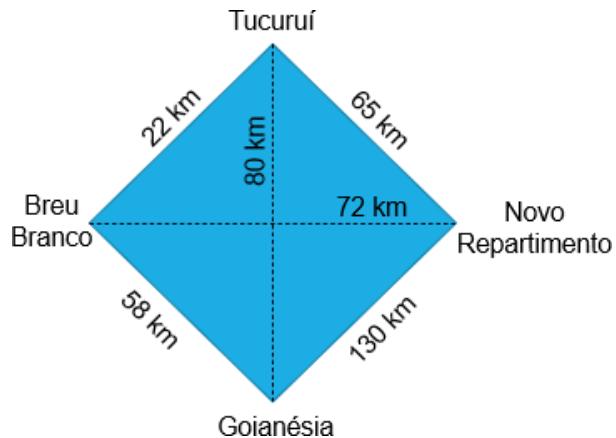
Ainda segundo Mariano, Santos e Souza (2020), existem diversas experiências que obtiveram êxito pelo consórcio, como por exemplo, o Consórcio Intermunicipal de Gestão e Resíduos Sólidos (CIGRES) é um acordo entre 31 municípios e opera desde 2007. O consórcio é tão bem-sucedido que consegue reduzir grande parte do volume disposto no aterro, cerca de 54,74% são encaminhados à disposição final e 45,26% para destinação final.

Os argumentos mencionados destacam a ideia positiva do consórcio intermunicipal, apesar disso, devem ser avaliados com mais detalhes as condições de transferência de resíduos de Goianésia do Pará até o aterro, visto que dentre os municípios que participam dessa alternativa levantada, este é o que apresenta maior risco de inviabilidade de logística por conta da distância de viagem.

5.5.2 Alternativa 2- Consórcio entre Tucuruí x Breu Branco x Novo Repartimento x Goianésia do Pará

Diferentemente da alternativa anterior, a seguinte proposta inclui Novo Repartimento na participação do acordo intermunicipal, tal decisão leva em conta a distância até Tucuruí que é muito menor que o distanciamento entre Tucuruí e Goianésia (município incluso na alternativa do estado). Na figura 25 verifica-se as distâncias por rodovias entre os municípios inclusos no consórcio da alternativa 2.

Figura 25- Distância entre os municípios da simulação de consórcio da alternativa 2.



Fonte: Autor, 2022.

A princípio foi levantada a suspeita do porquê Novo Repartimento não estar incluso na alternativa 1, e a possível resposta está nas condições de infraestrutura da rodovia BR-422 transamazônica que liga os municípios (Novo Rep./ Tucuruí). Entretanto, é importante considerar que o plano estadual é de 2014, e em 2021 o governo do estado do Pará anunciou apoio para pavimentação da rodovia BR-422 (MAGNO, 2021) situação que pode garantir melhor acesso entre os municípios, tornando mais viável uma alternativa onde Novo Repartimento transportaria seus resíduos até o aterro Regional de Tucuruí.

Embora a alternativa 1 considere Tucuruí como localidade do aterro, em termos de planejamento considerando as distâncias, a alternativa 2 prioriza Breu Branco como o melhor município para atender a implantação do aterro sanitário consorciado entre os entes federativos citados por conta de sua localização central entre as cidades destacadas.

Entretanto, apesar de positiva a localidade do aterro sanitário regional ser em Breu Branco, existe um critério que deve ser pontuado, a pedologia do solo. Isso porque conforme o IBGE (2008) a pedologia de Breu Branco é majoritariamente formada de um solo arenoso, enquanto Tucuruí possui solo predominantemente argiloso.

A NBR 13896/1997 define critérios para construção do aterro, em termos de solo este deve conter composição predominantemente argilosa, o que pode definir Tucuruí como o local mais adequado à implantação, visto que Breu Branco possui soloarenoso.

Apesar disso, não deve ser excluída a possibilidade de Breu Branco ser sede do aterro, pois deve-se considerar a possibilidade de transposição de solo argiloso até a área de implantação da disposição final. Isso caso tal processo seja mais viável economicamente do que a transferência de resíduos dos municípios até Tucuruí em uma alternativa a longo prazo.

A alternativa 2 possui vantagens na maior participação de municípios da região do lago de Tucuruí, e consequentemente maior adequação às políticas associadas a gestão de RSU nessa região de integração definida pela PEGIRS. Além disso, em decorrência da formação de um consórcio, esses municípios poderiam ter maior acesso aos recursos da União.

Já quanto as suas desvantagens há a possibilidade de aumento do volume de resíduos sólidos urbanos dos quatro municípios em destaque, além disso, Goianésia e Novo Repartimento podem sair prejudicados por conta da distância, podendo ser insustentável manter a transferência até o aterro regional de Tucuruí.

5.5.3 Alternativa 3- Consórcio entre Breu Branco x Tucuruí

A alternativa 3 considera a possibilidade da criação de um consórcio intermunicipal somente entre as cidades de Tucuruí e Breu Branco destacando principalmente a menor distância entre os núcleos urbanos (22 Km) que é semelhante entre Belém e Marituba (21,7 km) onde há sustentabilidade econômica em manter viagens de transferência de resíduos.

Uma das principais vantagens da escolha da alternativa 3 está na possibilidade de implantação do aterro em Tucuruí que possui solo argiloso propício ao projeto, visto

que a implantação na cidade de Breu Branco ocorreria na possibilidade de buscar uma logística central entre alguns municípios da região do lago de Tucuruí.

Além disso, mesmo com a participação de somente dois municípios, a alternativa 3 ainda é caracterizada como consórcio intermunicipal, o que consequentemente, permitiria aos entes federativos maior acesso a recursos federais direcionados a ações para gestão de RSU, o que inclui também o planejamento ao aterro sanitário regional.

A alternativa 3 possui uma principal desvantagem considerando a possibilidade de implantação do aterro no município de Breu Branco e seu solo predominantemente arenoso, que é a transposição de solo argiloso para adequações à NBR 13896 de 1997.

Na figura 26 é possível perceber a predominância de formação pedológica de Breu Branco e Tucuruí.

Figura 26- Pedologia dos municípios de Breu Branco e Tucuruí



Fonte: IBGE, 2008.

A formação do solo com legenda PVAd71 a Tucuruí é um tipo de solo predominantemente argiloso. Já no município de Breu Branco, a pedologia é formada pela categoria LAd23, ESKg1, solos predominantemente arenosos.

Apesar disso, deve ser pontuado que o solo arenoso de Breu Branco é destacado por uma pesquisa de pedologia do IBGE (2008), existe a possibilidade de áreas disponíveis com solo argiloso. Isso exige estudos mais detalhados e direcionados a sondagem das características pedológicas de áreas pré-selecionadas para implantação da disposição final.

5.5.4 Alternativa 4- Solução individual para Tucuruí

Embora seja muito atrativo realizar um consórcio entre os municípios principalmente por conta do acesso de recursos da União. Cabe ao município de Tucuruí levantar questionamento sobre a implantação de um aterro sanitário que atenda somente a produção de resíduos de seus habitantes, comércio, entre outros.

O plano municipal de gerenciamento integrado de resíduos sólidos de Tucuruí destaca justamente essa alternativa com uma unidade que atenda o município sem a existência de consórcio. E nesse caso, o município deve analisar as condições de produção de resíduos juntamente com verificação do custo de implantação de um aterro individual e um aterro regional.

De acordo com o levantamento de informações de Santos *et al.* (2022), a análise por engenharia econômica envolve a realização de comparativo financeiro entre cenários, por métodos como o Valor Presente Líquido. No estudo em questão ocorre a comparação entre o custo para implantação de um aterro sanitário no município de Rancharia- SP ou o valor necessário para transbordo de rejeitos até um aterro sanitário mais próximo.

Segundo autores como Barbosa *et al.*, (2020), os custos de implantação de um aterro sanitário individual são antieconômicos e podem gerar desperdícios de recursos investidos.

Nesse sentido, caso ocorra a concretização das metas do plano municipal de resíduos sólidos, deve-se considerar a implantação de um aterro que comporte somente os resíduos gerados por Tucuruí, priorizando a adoção de metodologias que tornem o projeto viável, como métodos de engenharia econômica a fim de analisar

se a implantação juntamente com operação individual é economicamente mais viável ao município em relação a compartilhamento de gastos com outros municípios.

Embora exista a possibilidade de menores custos e volume para operação do aterro individual, é importante destacar a desvantagem quanto a implantação de um aterro não consorciado quanto as suas chances inferiores de obtenção de recursos federais comparado a municípios consorciados. E considerando que o município possui planejamento para aterro, mas desde 2013 não inclui a concretização do projeto na tomada de decisão orçamentária municipal, a entrada de outras formas de recurso financeiro seria uma ótima alternativa para suprir a obrigação perante as políticas nacionais.

5.6 ANÁLISE TÉCNICA- COMPARAÇÃO DAS ALTERNATIVAS

Cada alternativa possui singularidades a serem consideradas em momentos iniciais pela gestão dos RSU do município de Tucuruí, pois há fatores diversos que podem contribuir ao futuro projeto de aterro sanitário, como pedologia, logística, obtenção de recursos externos, disponibilidade de área.

Como mencionado, a alternativa 1 contempla um consórcio entre 3 municípios (Tucuruí, Breu Branco, Goianésia do Pará) idealizado pelo plano de gerenciamento dos resíduos a nível estadual. A segunda alternativa já reúne 4 municípios, havendo a inclusão de Novo Repartimento, principalmente por questões de logística e infraestrutura que dê suporte às transferências. Na terceira alternativa há somente a idealização de um consórcio entre Tucuruí e Breu branco, visto como mais vantajoso por questões de logística entre as duas cidades, e a quarta alternativa que trata sobre a implantação de um aterro sanitário individual para Tucuruí, idealizado pelo seu próprio planejamento.

Diante dos argumentos acima, no quadro 11 são apresentadas as vantagens e desvantagens de cada alternativa analisada.

Quadro 11- Vantagens e desvantagens das alternativas.

Alternativa	Vantagens	Desvantagens
1- Consórcio Tucuruí, Breu Branco, Goianésia.	<ul style="list-style-type: none"> • Maior propensão do gov. estadual investir; • Maior chance de obter recurso federal 	<ul style="list-style-type: none"> • Exclui municípios que estão mais próximos do consórcio planejado; • Goianésia prejudicada pela distância; • Menor chance de sustentabilidade/viabilidade.
2- Consórcio Tucuruí, Breu Branco, Goianésia. Novo Rep.	<ul style="list-style-type: none"> • Inclusão de maior parte dos municípios da região do Lago; • Maior chance de obter recursos federais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Maior volume de resíduos; • Goianésia e Novo Rep. prejudicados pela distância; • Menor chance de sustentabilidade/viabilidade.
3- Consórcio Tucuruí e Breu Branco	<ul style="list-style-type: none"> • Menor Distância entre municípios; • Maior possibilidade de obtenção de recursos federais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Possível preparação de solo com predominância em argila em caso do local ser Breu Branco.
4- Aterro individual Tucuruí	<ul style="list-style-type: none"> • Menor distância da coleta até a disposição; • Menor Volume; • Tipo de solo favorável. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menor possibilidade de obtenção de recursos federais.

Fonte: Autor, 2022.

Dentre as alternativas analisadas, a opção 3 que considera a implantação de um aterro regional com participação de Tucuruí e Breu Branco vem ser a melhor estratégia em termos de sustentabilidade econômica para adequação quanto às políticas direcionadas a gestão dos RSU, pois entre os municípios há distanciamento que permida a transferência de resíduos ao aterro.

Deve-se considerar que ambos os entes federativos não possuem orçamento planejado à disposição final ambientalmente correta até 2025, a entrada de recursos da União pode auxiliar esses municípios na adequação quanto a disposição final correta dentro do prazo estipulado pelo novo marco do saneamento.

Este fator pesa bastante na escolha da alternativa 3, justamente porque a falta de planejamento orçamentário do município para ações direcionadas à disposição final impede a implantação do aterro sanitário, pois pelo histórico dos PPA's de Tucuruí há direcionamento de recursos somente para manutenção dos serviços de coleta. Somente no último PPA vigente (2022-2025) há inclusão de tecnologias voltadas à reciclagem, mas não para aterro sanitário.

Pelo prazo do novo marco do saneamento, Tucuruí deve adequar-se à política até 2 de agosto de 2023. Porém como já mencionado, a tomada de decisão não inclui disposição final entre as metas até o ano de 2025. Exigindo que o município encontre alternativas financeiras para implantação de aterro sanitário e evite penalidades. Logo, o consórcio com Breu Branco e consequentemente maiores chances de obter recursos federais podem ser a melhor estratégia para adequação dos municípios ao novo marco e seu prazo de finalização dos lixões.

É evidente que os resultados da pesquisa apontam que o principal problema não está na falta de planejamento técnico, visto que os planos de gerenciamento municipal e estadual abordam aterros sanitários como forma de disposição final em Tucuruí, seja individual ou por meio de consórcio.

O principal problema está justamente na ausência de direcionamento dos recursos necessários para concretização do projeto de engenharia, fundamental para a realização da obra, tanto por parte do município quanto do governo estadual. Sendo assim, as alternativas que tratam de consórcio (1, 2 e 3) seriam ótimas opções visto que, novamente, haveria possibilidade de obter recursos federais.

Autores como Silva *et al.*, (2021) destacam a grande dificuldade de pequenos municípios quanto a obtenção de recursos financeiros ou técnicos suficientes para custear a disposição final adequada. Diante disso, os autores também propõe a criação de projetos de consórcios intermunicipais como uma solução ao empecilho financeiro.

Vale ressaltar, que até o presente momento da finalização da pesquisa, o município de Tucuruí ainda não possui aterro sanitário e ainda utiliza de lixão vazadouro, alternativa bastante preocupante não só por questões financeiras na obtenção de recursos e penalização do município, mas principalmente por questões ambientais e de saúde pública.

6 CONCLUSÃO

No presente estudo houve a possibilidade de avaliação das condições da gestão de resíduos sólidos urbanos em Tucuruí, tornando possível conhecer a realidade da disposição final no município de Tucuruí, e perceber que o ente federativo não possui técnica ambientalmente adequada para processo final, mesmo com a existência de políticas que estabelecem a necessidade da finalização de lixões e inclusive estipulam prazo para que os municípios não sejam penalizados.

Nesse sentido, buscou-se avaliar quais as iniciativas do município e Estado, principalmente quantos os estudos técnicos e também os planejamentos orçamentários. Observou-se que o município e Estado possuem projeto para viabilização da implantação de aterros sanitários, porém não são inclusos na tomada de decisão orçamentária

Partindo desse princípio, foram comparadas de maneira geral algumas alternativas que tinham esse objetivo final: opções de consórcio de um aterro sanitário e finalização do lixão municipal. Cada alternativa detinha de características particulares, seja uma solução individual ou consorciada a outras cidades. E com a análise foi investigada qual estratégia poderia ser a melhor solução a princípio.

Assim, no presente trabalho é indicada a Alternativa 3 como a mais factível por Tucuruí e Breu Branco serem municípios que ainda não possuem disposição final ambientalmente adequada, ainda mais quando o fator logística é bastante favorável. Sendo muito importante o desenvolvimento de estudos para a implantação dessa solução, observando o sistema como um todo, já que coleta, tratamento e disposição final de resíduos são cruciais para proteger o meio ambiente e prevenir a possibilidade de doenças infecciosas e parasitárias no município de Tucuruí por conta da exposição aos RSU.

REFERÊNCIAS

ABRELPE- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2018/2019. 2019.** Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019/>. Acesso em 03 mai. 2021.

ABREU, C. E. S. **O orçamento público e a política nacional de resíduos sólidos: estudo no município de Fortaleza/CE.** Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Curso de Ciências Contábeis, Fortaleza, 2018. Disponível em <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/34642>> Acesso em 27 mai. 2021.

ANCAT- Associação Nacional dos catadores e catadoras de materiais recicláveis. **Anuário da Reciclagem 2017-2018.** 2018. Disponível em <[2-Anuario-da-Reciclagem.pdf \(cempre.org.br\)](http://2-Anuario-da-Reciclagem.pdf (cempre.org.br))> Acesso em 04 out. 2021.

ANDRADE, A. T. S.; ALCÂNTARA, R. L. **Resíduos Sólidos Urbanos e Impactos Socioambientais no Bairro “Lagoa do Ferreiro”, Assu/RN.** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v.20, n.1, 2016. Disponível em <<https://doi.org/10.5902/2236117020029>> Acesso 18 abr. 2021.

ANDRADE, J. P. B. O.; COLTRO, L. **Incineração de resíduos.** Boletim de tecnologia e desenvolvimento de embalagens, v.17, n.1, 2005. Disponível em <https://ital.agricultura.sp.gov.br/arquivos/cetea/informativo/v17n1/v17n1_artigo4.pdf> Acesso em 17 de jun. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 8849:1985. **Apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos.** Rio de Janeiro, 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 8419:1992 Versão Corrigida:1996– **Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos - procedimento.** Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 10004:2004-**Resíduos sólidos – classificação.** Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 11174:1990-**Armazenamento de resíduos classes ii - não inertes e iii - inertes - procedimento.** Rio de Janeiro, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 12235:1992-**Armazenamento de resíduos sólidos perigosos.** Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 10157:1987-**Aterros de resíduos perigosos – critérios para projeto, construção e operação.** Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. NBR 11175:1990-**Incineração de Resíduos Sólidos perigosos- Padrões de desempenho.** Rio de Janeiro, 1990.

BECEGATO, V. R. **Qualidade ambiental da área de influência direta e indireta do aterro controlado desativado de Lages-SC.** Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) da Universidade do Estado de Santa Catarina- UDESC, 2017. Disponível em <[Microsoft Word - Dissertação Vitor Rodolfo Becegato CORRIGIDA FINAL \(udesc.br\)](https://www.udesc.br/~vitor_becegato/Dissertacao%20Vitor%20Rodolfo%20Becegato%20CORRIGIDA%20FINAL.pdf)> Acesso em 10 jul. 2021.

BETTENCOURT, L. M. A.; LOBO, J.; HELBING, D.; KÜHNERT, C.; WEST, G. B. **Growth, innovation, scaling, and the peace of life in cities.** PNEAS, v. 104, n. 17, p. 7301-7306, 2007. Disponível em <<https://doi.org/10.1073/pnas.0610172104>> Acesso 11 mai. 2021

BORGES, J. F. **Acúmulo de lixo: Ações de intervenção para destino correto do lixo na cidade de Palmópolis – Minas Gerais.** Trabalho de conclusão de curso (especialização)- Universidade Federal de Minas Gerais, curso de atenção básica em saúde da família, Teófilo Otoni, 2014. Disponível em <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/VRNS-9U5HDJ>> Acesso em 15 jul. 2021.

BRASIL, Constituição. **Constituição Federativa do Brasil. Brasília-DF,** 1988. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm> Acesso em 26 mai. 2021.

BRASIL, Lei 9.605 de 12 de fevereiro de 1998. **Lei de crimes ambientais.** Brasília-DF, 1998. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm> Acesso em 20 ago. 2021

BRASIL – Fundação Nacional da Saúde - FUNASA. **Programação e projeto físico de unidade de coleta para o controle da qualidade da água para consumo humano – manual de diretrizes**, 1ed. BRASÍLIA/DF, 2006. Disponível em <http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38937/manualuccqa_2.pdf/88e9c54a-3d0f-4c3f-8d05-f694f5ebc804> Acesso 19 mai. 2021.

BRASIL, Lei 11.445 de 5 de janeiro de 2007. **Política Nacional de saneamento Básico.** Brasília-DF, 2007. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em 21 mar 2021.

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE. **Produto Interno Bruto-PIB**. 2010. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>> Acesso em: 22 jun. 2021.

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE. **Pedologia por estado**. 2008. Disponível em <[solos_para_cor.dgn.\(ibge.gov.br\)](http://solos_para_cor.dgn.(ibge.gov.br))> Acesso em: 15 mai. 2022.

BRASIL, Ministério da Saúde. Fundação Nacional da Saúde- FUNASA. **Manual de orientações técnicas para elaboração de propostas para o programa de Resíduos Sólidos**. 1ª edição, Brasília, p.48, 2014. Disponível em <[Manual+de+orientações+técnicas+para+elaboração+de+propostas+para+o+programa+de+resíduos+sólidos+2014.pdf\(funasa.gov.br\)](http://Manual+de+orientações+técnicas+para+elaboração+de+propostas+para+o+programa+de+resíduos+sólidos+2014.pdf(funasa.gov.br))> Acesso em 8 abr. 2022.

BRASIL, Ministério da Saúde. Fundação Nacional da Saúde- FUNASA. **Manual de saneamento**, 4ª edição Brasília, p. 642, il. 2015. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38564/Mnl_Saneamento.pdf/ae1d4eb7-afe8-4e70-ae9a-0d2ae24b59ea> Acesso em 19. mar 2021.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília- DF, p. 209. 2022. Acesso em <[plano_nacional_de_residuos_solidos-1.pdf\(www.gov.br\)](http://plano_nacional_de_residuos_solidos-1.pdf(www.gov.br))> Acesso em 2 mar. 2022.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde- Departamento de vigilância epidemiológica. **Doenças infecciosas e parasitárias: Guia de bolso**. Brasília, p. 444, 2010. Disponível em <[Doenças Infecciosas e Parasitárias: Guia de bolso \(saude.gov.br\)](http://Doenças+Infecciosas+e+Parasitárias:+Guia+de+bolso+(saude.gov.br))> Acesso em 3 abr 2022.

BRASIL - Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento- SNIS. **Limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos urbanos**. 2019. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/componentes/menu-snus-componente-residuos-solidos>> Acesso 22 mai. 2021

BRASIL - Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento- SNIS. **Painel de informações sobre saneamento**. 2019. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-setor-saneamento>> Acesso em 23 mar. 2021.

BRASIL- Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento- SNIS. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos**. 2019. Disponível em <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-residuos-solidos/diagnostico-do-manejo-de-residuos-solidos-urbanos-2019>> Acesso em 10 mai. 2021

BRASIL, Lei 14.026 de 15 de julho de 2020. **Novo Marco do saneamento**. Brasília- DF, 2020. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm>. Acesso em 29 mar. 2021.

BRÁS, I.; FERREIRA, B. S.; SILVA, M. E. **Avaliação do efeito da recirculação de lixiviados num aterro sanitário.** Revista Millenium, v.2, n.2, 2017. Disponível em <<https://doi.org/10.29352/mill0202e.09>> Acesso 3 mai. 2021.

CALDAS, A. L. **Lixo não existe. Resíduos sólidos são matéria-prima a ser reaproveitada.** 2011. Disponível em <["Lixo não existe. Resíduos sólidos são matéria-prima a ser reaproveitada", diz especialista | Agência Brasil \(ebc.com.br\)](https://www.ebc.com.br/lixo-nao-existe-residuos-solidos-sao-matéria-prima-a-ser-reaproveitada-diz-especialista)> Acesso em 26 jul. 2021.

CAVALCANTE, S.; FRANCO. M. F. A. **Profissão perigo: percepção de risco à saúde entre os catadores do Lixão de Jangurussu.** Revista Mal-estar e Subjetividade, v. 11, n.1, 2007. Disponível em <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1518-61482007000100012> Acesso em 17 jun. 2021

CINQUETTI, H. S.; **Lixo, resíduos sólidos e reciclagem: uma análise comparativa de recursos didáticos.** Educar, n. 23, p. 307-333, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/er/n23/n23a18.pdf>. Acesso em 29 jun. 2021.

COSTA, T. G. A.; IWATA, B. F.; CASTRO. C. P.; COELHO, J. V.; CLEMENTINO, G. E. S.; CUNHA, L. M. **Impactos ambientais de lixão a céu aberto no município de Cristalândia, estado do Piauí, Nordeste do BRASIL.** Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v3, n4, 2016. Disponível em <<http://revista.ecogestaobrasil.net/v3n4/v03n04a08a.html>> Acesso 10 abr. 2021.

CORREIA, V. M. S.; AQUINO, M. D.; THOMAZ, A. C. F.; CORREIA, M. L. V. **Estudo de caso: aspectos e impactos perceptíveis na localização de lixões municipais utilizando a ferramenta m-MacBeth.** Revista DAE, v.66, n.211, 2018. Disponível em <<http://revistadae.com.br/site/artigo/1724-Estudo-de-caso-aspectos-e-impactos-perceptiveis-na-localizacao-de-lixoes-municipais-utilizando-a-ferramenta-M-MACBETH>> Acesso 13 abr. 2021.

CHAVES, C. A.; MARQUES, S. A.; SILVA, W. S. **Benefícios da reciclagem de materiais- o caso do alumínio.** Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo, v. 3, n.3, p. 111- 134, 2018. Disponível em <<http://www.relide.eco.br/index.php/relide/article/view/142>> Acesso em 26 jul. 2021.

DALBERTO, C.R. ERVILHA, G. T. BOHN, L. GOMES, A. P. **Índice de desenvolvimento humano eficiente: uma mensuração alternativa do bem-estar das nações. Pesquisa e Planejamento Econômico**, v.45, n.2, 2015, disponível em <https://www.researchgate.net/publication/283498641_INDICE_DE_DESENVOLVIMENTO_HUMANO_EFICIENTE_UMA_MENSURACAO_ALTERNATIVA_DO_BEM-ESTAR_DAS_NACOES> Acesso 29 mai. 2021

ELMESCANY, R. S. **Análise dos estágios e propostas para a política pública de saneamento básico do Estado do Pará.** 2018. 306 f. 2 v. Dissertação (Mestrado em Gestão Pública) - Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018. Disponível em: <<http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/11131>> Acesso 30 mai. 2021.

EIGENHEER, E. M. **A história do lixo.** Elsevier, p.144, Rio de Janeiro, 2009.

FADE- Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Universidade Federal de Pernambuco Grupo de Resíduos Sólidos. **Análise das diversas tecnologias de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão.** UFPE, 2014. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/268811770_Analise_das_Diversas_Tecnologias_de_Tratamento_e_Disposicao_Final_de_Residuos_Solidos_Urbanos_no_Brasil_Europa_Estados_Unidos_e_Japao> Acesso 2 abr. 2021.

FERREIRA, R. S. **Desativação do aterro controlado do jóquei x transferência para o aterro sanitário de Brasília: análises dos principais aspectos sociais e ambientais.** 67 f. Monografia da Faculdade de Tecnologia e Ciência Sociais Aplicadas, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em <<https://repositorio.uniceub.br/jspui/handle/prefix/14014>> Acesso 29 abr. 2021.

FERREIRA, R. G. **Proposta de padronização cartográfica para carta-imagem emergencial de inundação Impactos ambientais decorrentes do lixão da cidade de Condado-PB.** Geografia, Ensino e Pesquisa, v.21, n.3, 2017. Disponível em <<https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/download/24004/pdf>> Acesso em 13 mai. 2021.

FERNANDES, A. S. A.; SAUZA, T. S. **Ciclo orçamentário brasileiro.** Brasília: Sociedade Brasileira de Administração Pública, 2019. Disponível em <<https://repositorio.enap.gov.br/handle/1/4280>> Acesso 31 mai. 2021.

FILHO, D. S. V.; SILVA, F. B.; VERAS, R. L. O. M.; NÓBREGA, F. A. R. **Infraestrutura urbana: Infraestrutura e o crescimento populacional no Brasil.** Revista Eletrônica FANESE, v. 4, n. 1, 2015. Disponível em: <<https://app.fanese.edu.br/revista/?p=295>> Acesso 7 mai. 2021.

FILHO, W. R. F. **A importância do plano plurianual participativo na gestão pública.** Revista Controle - Doutrina E Artigos, v.12, n.2, p.147-164. 2016. Disponível em <<https://doi.org/10.32586/rcda.v12i2.106>> Acesso 30 mai. 2021.

FUNCIA, F.; PEREIRA, R. S.; MENDES, P. R. Avaliação da aderência dos planos plurianuais municipais aos princípios legais do saneamento. Anais do XXII ENGEMA, 2020. Disponível em <[Resumo \(submissao.com.br\)> Acesso em 15 abr. 2022.](http://Resumo(submissao.com.br)

GABIALTI, A. F. **O gerenciamento integrado de resíduos sólidos e a reciclagem.** 2004. Disponível em: <https://www.web-resol.org/textos/97.pdf>. Acesso em 12 mai. 2021.

GANDRA, A. **Quase metade dos municípios ainda despeja resíduos em lixões,** 2020. Disponível em <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-08/quase-metade-dos-municipios-ainda-despeja-residuos-em-lixoes>>. Acesso em 30 abri. 2021

GONÇALVES, J.; CRAMER, L.; SOARES, I. C. S. **Análise do Gerenciamento dos Resíduos Sólidos no município de Belém de Maria – Pernambuco.** Journal of Perspectives in Management – JPM, v.3, n.2, p. 21-34, 2019, disponível em <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/jpm/article/view/243057>> Acesso em 16 mai. 2021.

GUERRA, G. P. B. G. **Lixão a céu aberto: impacto dos resíduos sólidos no Brasil.** Politize! 2018. Disponível em <<https://www.politize.com.br/residuos-solidos-lixao-a-ceu-aberto-o-impacto-no-brasil/>> Acesso em 6 mar. 2022.

IBAM- Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Manual de Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos.** Rio de Janeiro, 2001. Disponível em <<http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>> Acesso em 15 jun. 2021.

JUNIOR, A. B. C. **Resíduos Sólidos Urbanos: Aterros sanitários para municípios de pequeno porte.** RiMA, Rio de Janeiro, ABES, p.294, 2003. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/apoio-e-financiamento-externa/historico-de-programa/prosab/produtos>> Acesso em 23 set 2021.

LISBOA, S. S.; HELLER, L.; SILVEIRA, R. B. **Desafios do planejamento municipal de saneamento básico em municípios de pequeno porte: a percepção dos gestores.** Eng Sanit Ambient, v.18, n.4, 2013. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/esa/a/994sJtj6TWMPMFqFGRF8Fzk/?lang=pt>> Acesso 14 mai. 2021.

LEONETI, A. B.; PRADO, E. L.; OLIVEIRA, S. V. W. B. **Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI,** v.45, n.2, 2011, disponível em <<https://doi.org/10.1590/S0034-76122011000200003>> Acesso 25 mai. 2021.

LIMA, L. L.; LUI, L.; RUIZ, K. P. B.; DIAS, G. V. R.S.; PAPI, L. P.; DEMARCO, D. J. **Plano plurianual como proxy para medir capacidades estatais: um estudo sobre o planejamento governamental nos municípios da região metropolitana de Porto Alegre.** REVISTA BRASILEIRA DE GESTÃO URBANA, v.12, 2020. Disponível em <<https://doi.org/10.1590/2175-3369.012.e20190147>> Acesso 2 jun. 2021.

LUNA, E. J. A.; JUNIOR, J. B. S. Doenças transmissíveis, endemias, epidemias e pandemias. Fundação Osvaldo Cruz- FIOCRUZ, A saúde no Brasil, v.2, p.123-176. 2013. Disponível em <[41.pdf \(fiocruz.br\)](#)> Acesso em 4 abr. 2022.

MACHADO, C. F. **Incineração: Uma análise do tratamento térmico dos resíduos sólidos urbanos de Bauru/SP.** Trabalho de conclusão em Eng. Ambiental da UFRJ, 2015. Disponível em <[http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10013010.pdf](#)> Acesso em 20 jun. 2021

MAGNO, B. **Estado garante apoio ao asfaltamento da BR-422 entre Tucuruí e Novo Repartimento.** Agência Pará, 2021. Disponível em <[Estado garante apoio ao asfaltamento da BR-422 entre Tucuruí e Novo Repartimento \(agenciapara.com.br\)](#)> Acesso em 30 abr. 2022.

MAIELLO, A.; BRITTO, A. L. N. P. B.; VALLE, T. F. **Implementation of the Brazilian National Policy for Waste Management.** Brazilian Journal of Public Administration, v.52, n.1, p.24-51, 2018. Disponível em <[https://doi.org/10.1590/0034-7612155117](#)> Acesso em 25 mar. 2022.

MARASCIULO, M. **Por que o Brasil ainda recicla tão pouco (e produz tanto lixo)?** Disponível em <[Por que o Brasil ainda recicla tão pouco \(e produz tanto lixo\)? – AESBE](#)> Acesso em 3 out. 2021.

MARIA, A. **Aterro sanitário.** Vivendo Ciências, 2008. Disponível em <[Vivendo Ciências \(vivendociencias.com.br\)](#)> Acesso em 23 jun. 2021.

MARIANO, E. D.; SANTOS, V. G.; SOUZA, C. A. **Análise de viabilidade econômica para instalação e operação de aterro sanitário consorciado entre municípios.** Pontifícia Universidade de Goiás- PUC Goiás, Trabalho de conclusão de curso em eng. Civil, 2020. Disponível em <[TCC 2 Final - Ewerton e Vanessa Final Autorizado.pdf \(pucgoias.edu.br\)](#)> Acesso em 2 mai. 2022.

MAVROPOULOS, A. **Saúde desperdiçada o caso dos lixões.** ISWA- International Solid Waste Association 2015. Disponível em <[https://abrelpe.org.br/saude-desperdicada-o-caso-dos-lixoes/](#)> Acesso 27 mar. 2021.

MARINO, P. B. L. P; SOARES, R. A; LUCA, M. M. M.; VASCONCELOS, A. C. **Global Governance Indicators: how they relate to the socioeconomic indicators of the Brics countries.** Revista Administração Pública, v.50, n. 5. 2016. Disponível em <[https://www.scielo.br/j/rap/a/V6FpBmNYVrry5FzrxsD6b8F/?format=pdf&lang=en](#)> Acesso em 4 mai. 2021.

MARTINS, C. Entenda as diferenças entre lixão, aterro controlado e aterro sanitário. Trilho Ambiental, 2019. Disponível em <[ENTENDA AS DIFERENÇAS ENTRE LIXÃO,](#)

ATERRO CONTROLADO E ATERRO SANITÁRIO (trilhoambiental.org)> Acesso em 23 mar. 2021.

MASSA, K. H. C.; FILHO, A. D. P. C. **Basic sanitation and self-reported health in Brazilian capitals: a multilevel analysis.** Rev Bras Epidemiol, v.23, 2020, disponível em <<https://www.scielo.br/j/rbepid/a/kHqLbYTVZrsXFFmSPNmhV3r/abstract/?lang=en>> Acesso 17 mai. 2021.

MEDEIROS, G. A.; REIS, F. G. V.; SIMONETTI, F. D.; BATISTA, G.; MONTEIRO, T.; CAMARGO, V.; SANTOS, LUIS. F. S.; RIBEIRO, L. F. M. **Diagnóstico da qualidade da água e do solo no lixão de engenheiro Coelho, no estado de São Paulo.** Engenharia Ambiental. v. 5, n. 2, p. 169-186, 2008. Disponível em <<http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=135>> Acesso 5 abr. 2021.

MELO, A. **Compostagem tem potencial para reduzir mais de 50% dos resíduos.** Diário do Grande ABC, São Paulo, 28 de outubro de 2020. Disponível em <<https://www.dgabc.com.br/Noticia/3581687/compostagem-tem-potencial-para-reduzir-mais-de-50-dos-residuos>> Acesso em 7 ago. 2021.

MELLO, L. F.; SATHLER, D. **A demografia ambiental e a emergência dos estudos sobre população e consumo.** R. bras. Est. Pop., v. 32, n.2, p. 357-380, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-30982015000000020> Acesso em 8 mai. 2021

MOREIRA, L. B.; MILANI, B. **Análise do Plano Plurianual 2014/2017 no município de Jaguari – RS.** Revista Eletrônica de ciências sociais, v.9, n.1, 2020. Disponível em <[ANALISE DO PLANO PLURIANUAL 2014/2017 NO MUNICÍPIO DE JAGUARI – RS](https://fisul.edu.br/index.php/ANALISEDOPLANOPLURIANUAL2014/2017NOMUNICIPIODEJAGUARI-RS) | Moreira | Revista Eletrônica de Ciências Sociais Aplicadas - ISSN 2176-5766 (fisul.edu.br)> Acesso em 10 abr. 2022.

MOTINHO, E. B.; CAMPOS, G. M.; MACHADO, I. B.; FIGUEREDO, D. M.; MENDES, I. M. F.; SALES, R. M. M. **A educação ambiental como instrumento de sensibilização para reutilização de resíduos sólidos.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 12, n. 5, p. 874-878, 2017. Disponível em <<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/5585/4866>> Acesso em 11 ago. 2021.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M. **Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano.** Sociedade & Natureza, Uberlândia, v. 20, n.1, p.111-124, 2008, Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/sn/v20n1/a08v20n1>. Acesso em 8 mai. 2021.

NUNES, V. R. S. **O setor de saneamento básico no Brasil: Desafios e perspectivas.** 2015. 79 f. Monografia (Engenharia de Produção) Universidade

Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em <<http://repositorio.poli.ufrj.br/repository/download.php?farquivo=monopolio10014809.pdf&fcodigo=2103>> Acesso 5 mai. 2021.

OLIVEIRA, J. A. **Conheça as propostas para cuidar dos resíduos sólidos**, 2014. Disponível em <<https://jundiai.sp.gov.br/noticias/2014/02/06/conheca-as-propostas-para-cuidar-dos-residuos-solidos/>>. Acesso em 4 mai. 2021.

O LIBERAL. **DNIT anuncia pavimentação de quase 60km da rodovia BR-422, entre Novo Repartimento e Tucuruí**. O Liberal, 2021, disponível em <[DNIT anuncia pavimentação de quase 60 km da BR-422, entre Novo Repartimento e Tucuruí | Política | O Liberal](https://www.ol.com.br/politica/2021/04/29/dnit-anuncia-pavimentacao-de-quase-60-km-da-br-422-entre-novo-repartimento-e-tucuru/)> Acesso em 30 abr. 2022.

PANKE, M. **Municípios que mantiverem lixões ainda não deverão ser punidos**. GZH, 2014. Disponível em <[Municípios que mantiverem lixões ainda não deverão ser punidos | GZH \(clicrbs.com.br\)](https://www.clicrbs.com.br/gzh/2014/04/29/municipios-que-mantiverem-lixoes-ainda-nao-deverao-ser-punidos/)> Acesso em 21 abr. 2022.

PARÁ, Secretaria de desenvolvimento e administração. **Plano Plurianual 2020-2023**. Disponível em <[PPA 2020-2023 – SEPLAD – Secretaria de Planejamento e Administração](https://www.seplad.pa.gov.br/pt-br/planos/2020-2023)> Acesso em 29 mar. 2022.

PARÁ, Secretaria estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade- SEMAS. **Plano estadual de gestão integrada de resíduos sólidos**, v.1 e v.2, 2014. Disponível em <[SEMAS - PLANO ESTADUAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS](https://www.semash.pa.gov.br/pt-br/planos/2020-2023)> Acesso em 29 mar. 2022.

PEIXOTO, A. L. C.; SALAZAR, R. F. S.; BARBOZA, J. C. S.; FILHO, H. J. I. **Characterization of controlled landfill leachate from the city of Guaratinguetá - SP**, Brazil. Rev. Ambient. Água v. 13 n. 2, 2018. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/XrgVHWXHkBBQmFv5PR3FLLs/?lang=en>> Acesso em 6 set. 2021.

PIÑAS, J. A. V.; VENTURINI, O. J.; LORA, E. E. S.; OLIVEIRA, M. A.; ROALCABA, O. D. C. **Aterros sanitários para geração de energia elétrica a partir da produção de biogás no brasil: comparação dos modelos landgem (EPA) e biogás (CETESB)**. Revista Rebep, v.33, n.1, 2016. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.20947/S0102-309820160009>> Acesso 8 mai. 2021.

PORTELLA, M. O.; RIBEIRO, J. C. J. **Aterros sanitários: aspectos gerais e destino final dos resíduos**. Revista Direito Ambiental e sociedade, v. 4, n. 1, p. 115-134, 2014. Disponível em: <http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/direitoambiental/article/view/3687/0>. Acesso em 9 mai. 2021.

PNUD- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Desenvolvimento Humano e IDH.** Disponível em <<https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0.html>> Acesso 02 mai. 2021.

PUCCIARELLI, A. J.; ALMEIDA, F. M.; BARRETO, G. **Sistema Neuro-Nebuloso para Identificação de Processos de Incineração Multivariáveis Não-Lineares Discretos no Tempo.** Sociedade Brasileira de Inteligência Computacional, 2016. Disponível em <http://abricom.org.br/eventos/cbrn_2005/CBRN2005_188/> Acesso em 21 jun. 2021.

QUADROS, A.; AUDIBERT, J. L.; FERNANDES, F. **Decaimento das emissões de biogás após um ano de encerramento de um aterro controlado de uma cidade de 500.000 habitantes.** Ciências Exatas e Tecnologias, v. 39 n.1, p.61-68, 2018. Disponível em <[10.5433/1679-0375.2018v39n1p61](https://doi.org/10.5433/1679-0375.2018v39n1p61)> Acesso em 16 ago. 2021.

RAMOS, N. F.; GOMES, J. C.; CASTILJHOS JR, A. B.; GOURDON, R. **Desenvolvimento de ferramenta para diagnóstico ambiental de lixões de resíduos sólidos urbanos no Brasil.** Eng Sanit Ambient, v.22 n.6, p.1233-1241, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522017165817>. Acesso em 9 mai. 2021.

RIBEIRO, N. L. D.; CANTÓIA, S. F. **O lixão de Cuiabá e a geração de impactos socioambientais.** Geosaberes, v. 11, p. 100-115, 2020. Disponível em <<https://doi.org/10.26895/geosaberes.v11i0.778>> Acesso em 25 de ago. 2021.

SANJAD, H. C. **Reciclagem como alternativa para a eficiência e sustentabilidade econômica no setor de resíduos sólidos urbanos do município de Belém-PA.** Dissertação (Mestrado em eng. Civil) Programa de pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém, p.136, 2018. Disponível em: <http://ppgec.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2018/heitorcapela.pdf.pdf>. Acesso em 20 jun. 2021.

SANTOS, F. S.; FILHO, J. D.; MACHADO, C. T.; VASCONCELOS, J. F.; FEITOSA, F. R. S. **O desenvolvimento do saneamento básico no Brasil e as consequências para a saúde pública.** Revista Brasileira de Meio Ambiente, v.4, n.1. 241-251, 2018. Disponível em <<https://revistabrasileirademedioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/127>> Acesso 18 mar. 2021.

SICHE, R.; AGOSTINHO, F.; ORTEGA, E.; ROMEIRO, A. **Índices versus indicadores: Precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países.** Ambiente & Sociedade, v.10, n.2, p. 137-148. 2007. Disponível em <<https://doi.org/10.1590/S1414-753X2007000200009>> Acesso 5 mai. 2021.

SILVA, T. R.; SANTOS, J. G.; HIPÓLITO, E. N.; FRANCO, M. L.; SOUZA, M. C.; ALVES, W. M.; COSTA, A. S. V.; FERREIRA, A. C.; **Proposta de um consórcio intermunicipal na microrregião de saúde de Teófilo Otoni/Malacacheta para**

gestão de resíduos sólidos urbanos. Research, Society and Development, v. 10, n. 10, 2021. Disponível em <<https://doi.org/10.33448/rsd-v10i10.18550>> Acesso em 6 mai 2022.

SILVA, C. V.; SILVA, L. B. A participação de movimentos sociais na problemática da gestão dos resíduos orgânicos em Belo horizonte- MG. R. gest. sust. ambient., v. 9, n. esp., p. 65-80, 2020. Disponível em: http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/9153/5059. Acesso em 8 mai. 2021.

SILVA, E. R.; TONELI, J. T. C. L.; PALACIOS-BERECHE, R. Estimativa do potencial de recuperação energética de resíduos sólidos urbanos usando modelos matemáticos de biodigestão anaeróbia e incineração. Eng. Sanit Ambient, v.24, n.2, 2019. Disponível em <<https://doi.org/10.1590/S1413-41522019179023>> Acesso em 13 jun. 2021.

SILVA, P. F. Pagamento por serviços ambientais para catadores de materiais recicláveis. Tese de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública da USP. São Paulo, 2022. Disponível em <[Pagamento por serviços ambientais para catadores de materiais recicláveis \(usp.br\)](#)> Acesso em 15 ago. 2022.

SEIDEL, J. M. Um problema urbano- Gerenciamento de resíduos sólidos e as mudanças ambientais globais. V encontro nacional da Anppas, 2010. Disponível em: <http://www.anppas.org.br/encontro5/cd/artigos/GT11-294-209-20100830220743.pdf>. Acesso 27 jun. 2021.

SOUZA, L. C. O.; ASSIS, C. M. Uso de novas tecnologias para educação ambiental em prol da gestão dos resíduos sólidos recicláveis em Belo Horizonte/MG (Vem reciclar). R. gest. sust. Ambiente., v. 9, n. esp., p. 1021-1039, 2020. Disponível em: http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/9225/5126. Acesso em 10 mai. 2021.

SOUZA, H. O.; MORAES, G. G. B. L. Os desafios da efetividade jurídica socioambiental na transição do aterro controlado da Estrutural para unidade de recebimento de entulho: Reflexões em torno de um desastre tecnológico crônico e as medidas de aprimoramento de gestão de resíduos no Distrito Federal. Revista de estudos Empíricos de direito, v. 8, 2021. Disponível em <<https://doi.org/10.19092/reed.v8i.502>> Acesso em 20 ago. 2021.

SOUZA, L. P. M.; SOUZA, T. G.; PANATIERI, R. B.; KIKUTI, E. Compostagem: uma proposta ambiental para diminuição do lixo doméstico. Revista em extensão, v. 19, n. 2, p.87-100, 2020. Disponível em <<https://doi.org/10.14393/REE-v19n22020-55987>> Acesso em 15 set. 2021.

SOUZA, C. M.; PEIXOTO, E. A. F. Os catadores de lixo, suas principais doenças e o papel das cooperativas de lixo na inclusão social. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Edição 5., V. 01. pp 922-933, 2017. Disponível em <[Os Catadores de Lixo, suas Principais Doenças e o Papel - Artigo \(nucleodoconhecimento.com.br\)](http://nucleodoconhecimento.com.br)> Acesso em 29 mar. 2022.

SOUZA, A. R.; SILVA, A. T. Y. L.; TRINDADE, A. B.; FREITAS, F. F.; ANSELMO, J. A. **Análise do potencial de aproveitamento energético de biogás de aterro e simulação de emissões de gases do efeito estufa em diferentes cenários de gestão de resíduos sólidos urbanos em Varginha (MG)**. Eng sanit Amb, v.24, n. 5, 2019. Disponível em <<https://doi.org/10.1590/S1413-41522019187066>> Acesso em 11 abr. 2022.

SOUZA, H. P.; OLIVEIRA, W. T. G. H.; SANTOS, J. P. C.; TOLEDO, J. P.; FERREIRA, I. P. S.; ESASHIKA, S. N. G. S.; LIMA, T. F. P.; DELÁCIO, A. S. **Doenças infecciosas e parasitárias no Brasil de 2010 a 2017: aspectos para vigilância em saúde**. Rev. Panam Salud Publica, 44, 2020. Disponível em <<https://doi.org/10.26633/RPSP.2020.10>> Acesso em 14 mai. 2022.

SUZUKI, J. A. N.; GOMES, J. **Consórcios intermunicipais para a destinação de RSU em aterros regionais: estudo prospectivo para os municípios no Estado do Paraná**. Eng. Sanit. Ambient v.14, n.2, 2009. Disponível em <[a02v14n2.pdf \(scielo.br\)](a02v14n2.pdf (scielo.br))> Acesso em 16 ago. 2022.

SCHALCH, V.; LEITE, W. C. A.; JÚNIOR, J. L. F.; CASTRO, M. C. A. A. **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. Apostila do Departamento de hidráulica e saneamento- USP, 2001. Disponível em <https://limpezapublica.com.br/textos/apostila_gestao_e_gerenciamento_de_rs_schach_et_al.pdf> Acesso em 16 jul. 2021.

TOLEDO JR, F. C. **Lei de Diretrizes Orçamentárias – Excelente Oportunidade para Inibir o Mau Uso do Dinheiro Público**. Revista Controle, v.9, n.2, 2011. Disponível em <<https://doi.org/10.32586/rcda.v9i2.136>> Acesso 30 mai. 2021.

TUCURUÍ- Lei nº 10.558/2021 de 13 de dezembro de 2021. **Plano Plurianual de Tucuruí 2022-2025**. Disponível em <[Câmara Municipal de Tucuruí \(camaratucurui.pa.gov.br\)](https://www.camaratucurui.pa.gov.br/)> Acesso em 16 mar. 2022.

TUCURUÍ- **Plano Municipal de Gerenciamento integrado de Resíduos Sólidos**. SEMMA, p.128, 2013.

VALENTE, J. **Estados voltam a ter medidas restritivas com aumento de casos de Covid-19**. Agência Brasil, 2022. Disponível em <[Estados voltam a ter medidas restritivas com aumento de casos de covid | Agência Brasil \(ebc.com.br\)](https://www.gov.br/ebc/pt-br/noticias/estados-voltam-a-ter-medidas-restritivas-com-aumento-de-casos-de-covid-19)> Acesso em 18 abr. 2022.

VITAL, M. H. F.; INGOUVILLE, M.; PINTO, M. A. C. **Estimativa de investimentos em aterros sanitários para atendimento das metas estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos sólidos entre 2015 e 2019**. BNDS Setorial, p.43-92. Disponível em <<http://web.bnDES.gov.br/bib/jspui/handle/1408/3041>> Acesso em 6 abr. 2022.