

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ANDERSON JUNIOR TURMINA

**PROPOSTA DE PROTOCOLO PARA A AVALIAÇÃO DE UNIDADES DE
VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS (UVR) DA REGIÃO OESTE DO
ESTADO DO PARANÁ**

MEDIANEIRA

2024

ANDERSON JUNIOR TURMINA

**PROPOSTA DE PROTOCOLO PARA A AVALIAÇÃO DE UNIDADES DE
VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS (UVR) DA REGIÃO OESTE DO
ESTADO DO PARANÁ**

**Proposal for a protocol for the Evaluating Recyclable Waste Valuation Units
(UVR) in the western region of the State of Paraná**

Dissertação apresentada como requisito para
obtenção do título de Mestre em Tecnologias
Ambientais da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Thiago Edwiges



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do
trabalho licenciado para fins não comerciais, desde que atribuam ao
autor o devido crédito e que licenciam as novas criações sob termos
idênticos.

MEDIANEIRA

2024



ANDERSON JUNIOR TURMINA

**PROPOSTA DE PROTOCOLO PARA A AVALIAÇÃO DE UNIDADES DE VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS
RECICLÁVEIS (UVR) DA REGIÃO OESTE DO ESTADO DO PARANÁ**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Tecnologias Ambientais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Tecnologias Ambientais.

Data de aprovação: 21 de Junho de 2024

Dr. Thiago Edwiges, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Fabiana Bassani, Doutorado - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (Ifpa)

Katia Valeria Marques Cardoso Prates, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 21/06/2024.

Dedico este trabalho à minha esposa e filhas, pela
compreensão nos momentos de ausência e afeto
nos momentos de desânimo, lembrando-me sempre
do amor e apoio incondicionais que me fortaleceram
para seguir em frente.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida e pela perseverança guiando-me e protegendo-me com seu infinito amor.

À minha amada família, esposa Salete, filhas Maria Eduarda e Isadora, meus pais Maria Aparecida e Mansur e irmã Luana, pelo apoio, compreensão e carinho durante este período de dedicação a mais neste ciclo de aprendizado.

Ao Professor e orientador Dr. Thiago Edwiges, que com paciência, acreditou e me guiou nessa trajetória, mesmo sabendo das minhas limitações.

À Engenheira Ambiental Ma. Juliana Elisabete Correia e demais componentes do programa de Gestão de Resíduos Sólidos da Itaipu Binacional, pela confiança e apoio no desenvolvimento dessa pesquisa.

Ao colegiado e aos docentes do Programa de Pós - Graduação em Tecnologias Ambientais, UTFPR, Câmpus Medianeira, e enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta dissertação.

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo desenvolver um modelo de protocolo para avaliar o desempenho de unidades de valorização de resíduos recicláveis (UVR). A necessidade de um protocolo surge da crescente importância da gestão adequada dos resíduos sólidos e da busca por métodos objetivos que auxiliem na tomada de decisões para melhorar a eficiência das UVRs. O protocolo proposto inclui uma lista de indicadores qualitativos, agrupados em quatro categorias principais: físico, desempenho ambiental, técnico operacional e desempenho socioeconômico. Esses indicadores foram selecionados para proporcionar uma visão abrangente e detalhada da eficiência das UVRs em diversas áreas. A categoria física abrange aspectos como a infraestrutura e a capacidade de processamento das unidades. Indicadores de desempenho ambiental consideram a redução de impactos ambientais, a eficiência no uso de recursos e a minimização de resíduos. A dimensão técnica operacional foca em aspectos como a eficiência dos processos, a manutenção de equipamentos e a segurança operacional. Por fim, o desempenho socioeconômico avalia o impacto das UVRs na geração de empregos, na inclusão social e nos benefícios econômicos para a comunidade. Juntos, os quatro indicadores compõem o índice de qualidade das atividades desenvolvidas pela UVR. Para validar o protocolo utilizou-se como unidade de planejamento a bacia hidrográfica do Paraná III, localizada no oeste Paranaense. As UVRs foram escolhidas com base no critério que os municípios estão incluídos no programa de Gestão de Resíduos Sólidos da Itaipu Binacional. Durante essa fase, coletaram-se os dados de 34 UVR para verificar a eficácia do protocolo em medir o desempenho das unidades através do índice de qualidade das UVRs (IQ-UVR). Dos dados obtidos, quinze UVRs obtiveram um índice de qualidade, IQ-UVR, excelente e dezenove UVRs alcançaram um IQ-UVR bom. As unidades classificadas como excelentes destacaram-se por sua infraestrutura robusta, eficiência operacional e impacto ambiental positivo. Por outro lado, as UVRs com classificação boa apresentaram áreas de alto desempenho, mas também alguns pontos de melhoria. Essas UVRs, embora eficazes em vários aspectos, ainda enfrentam desafios operacionais e ambientais que podem ser superados com a aplicação de práticas de gestão mais avançadas e sustentáveis. A validação do protocolo demonstrou sua eficácia como ferramenta eficaz e robusta para a avaliação das UVRs, proporcionando uma base objetiva para a tomada de decisões. Além disso, o IQ-UVR serve como um guia para identificar áreas de melhoria e promover a evolução contínua dos processos de valorização de resíduos. A aplicação desse protocolo pode, portanto, orientar gestores e autoridades na alocação de recursos e no desenvolvimento de estratégias que visem à sustentabilidade e eficiência das operações de reciclagem.

Palavras-chave: gestão de resíduos sólidos; reciclagem; protocolo de avaliação; índice de qualidade.

ABSTRACT

This study aimed to develop a model protocol for evaluating the performance of Recyclable Waste Recovery Units (UVRs). The need for an effective protocol arises from the growing importance of proper solid waste management and the search for objective methods that assist in decision-making to improve the efficiency of UVRs. The proposed protocol includes a list of qualitative indicators, grouped into four main categories: physical, environmental performance, operational technical, and socioeconomic performance. These indicators were selected to provide a comprehensive and detailed view of the efficiency of UVRs in various areas. The physical category covers aspects such as infrastructure and processing capacity of the units. Environmental performance indicators consider the reduction of environmental impacts, resource use efficiency, and waste minimization. The operational technical dimension focuses on aspects such as process efficiency, equipment maintenance, and operational safety. Lastly, socioeconomic performance assesses the impact of UVRs on job creation, social inclusion, and economic benefits for the community. Together, the four indicators make up the quality index of activities developed by UVR. To validate the protocol, the Paraná III hydrographic basin, located in western Paraná, was used as the planning unit. The UVRs were chosen based on the criteria that the municipalities are included in Itaipu Binacional Solid Waste Management program. During this phase, data from 34 UVR were collected to verify the effectiveness of the protocol in measuring the performance of the units through the UVR quality index (IQ-UVR). From the obtained data, fifteen UVRs achieved an excellent quality index, IQ-UVR, and nineteen UVRs reached a good IQ-UVR. The units classified as excellent stood out for their robust infrastructure, operational efficiency, and positive environmental impact. On the other hand, the UVRs with a good rating showed areas of high performance but also some points for improvement. These UVRs, although effective in various aspects, still face operational and environmental challenges that can be overcome with the application of more advanced and sustainable management practices. The validation of the protocol demonstrated that it is an effective and robust tool for evaluating UVRs, providing an objective basis for decision-making. Furthermore, the IQ-UVR serves as a guide to identify areas for improvement and promote the continuous evolution of waste recovery processes. The application of this protocol can, therefore, guide managers and authorities in the allocation of resources and the development of strategies aimed at the sustainability and efficiency of recycling operations.

Keywords: solid waste management; recycling; evaluation protocol; quality index.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Principais marcos legais do Brasil em relação aos resíduos sólidos até o ano de 2023	22
Figura 2 - Estimativa do potencial de geração total de RSU nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná (ton./dia) – 1980 a 2030	25
Figura 3 - Diagrama da Gestão de RSU	27
Figura 4 – Metodologia do Programa de Gestão de Resíduos da Itaipu Binacional	32
Figura 5 – Massas recuperadas de resíduos sólidos e composição gravimétrica em mil toneladas pelas UVRs do oeste do Paraná.....	33
Figura 6– Bacia hidrográfica do Paraná III	36
Figura 7 - Fluxograma para o protocolo IQ-UVR	39
Figura 8 – Desenvolvimento do modelo de protocolo de avaliação IQ-UVR	43
Figura 9 – Quadro de dados de identificação da UVR	495
Figura 10 - Apresentação dos critérios e indicadores a serem avaliados pelo modelo de protocolo IQ-UVR	49
Figura 11 - Apresentação da descrição dos subitens do modelo de protocolo IQ-UVR.....	50
Figura 12 - Classificação da UVR quanto ao Índice de Qualidade	51
Figura 13 - Visão geral do protocolo IQ-UVR: Parte 1 - critérios físico e ambiental	52
Figura 13A - Visão geral do protocolo IQ-UVR: Parte 2 - critério técnico operacional	53
Figura 13B - Visão geral do protocolo IQ-UVR: Parte 3 - Critério socioeconômico e tabela de classificação.....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados gerais da aplicação do protocolo IQ-UVR	55
--	-----------

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Pontuação das UVRs com IQ-UVR excelente.....	57
Gráfico 2 – Classificação das UVRs com IQ-UVR Excelente - Critério Físico....	58
Gráfico 3 – Classificação das UVRs com IQ-UVR Excelente - Critério Ambiental	59
Gráfico 4 – Classificação das UVRs com IQ-UVR Excelente - Critério Técnico operacional	60
Gráfico 5 – Classificação das UVRs com IQ-UVR Excelente - Critério Sócioeconômico.....	60
Gráfico 6 – UVRs com IQ-UVR bom.....	62
Gráfico 7 – Classificação das UVRs com IQ-UVR Bom - Critério Físico	63
Gráfico 8 – Classificação das UVRs com IQ-UVR Bom - Critério Ambiental	64
Gráfico 9 – Classificação das UVRs com IQ-UVR Bom – Critério Técnico operacional	65
Gráfico 10 – Classificação das UVRs com IQ-UVR Bom – Critério Sócioeconômico.....	65

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Critérios, indicadores e itens do protocolo IQ-UVR	46
Quadro 1A – Critérios, indicadores e itens do protocolo IQ-UVR (continuação)	
.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais.
APP	Área de Preservação Ambiental
CIR	Consórcios Intermunicipais de Resíduos Sólidos
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CTC	Centro de triagem e Compostagem
GRS	Gestão de Resíduos Sólidos
IQC	Índice de Qualidade de Usinas de Compostagem
IQR	Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos
IQT	Índice de Qualidade de Estações de Transbordo
NBR	Normas Brasileiras
PERS/PR	Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Paraná
PNPSA	Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PTI	Parque Tecnológico de Itaipu
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
UVR	Unidade de Valorização de Resíduos Recicláveis

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS.....	14
2.1 Objetivo geral	14
2.2 Objetivos específicos.....	14
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
3.1 Resíduos sólidos urbanos.....	15
3.2 Gestão de resíduos sólidos urbanos.....	18
3.3 Logística Reversa.....	26
3.4 Unidade de Valorização de Resíduos (UVR)	29
4 MATERIAL E MÉTODOS	34
4.1 Desenvolvimento do protocolo IQ-UVR	34
4.2 Unidade de planejamento selecionada.....	35
4.3 Identificação de parâmetros para caracterização das Unidades de Valorização de Resíduos Recicláveis (UVRs).....	37
4.4 Desenvolvimento do modelo de protocolo de Índice de Qualidade de Unidades de Valorização de Resíduos Recicláveis (IQ-UVR) para averiguar a qualidade das UVRs	42
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
5.1 Parâmetros de caracterização das Unidades de Valorização de Resíduos Recicláveis (UVRs) selecionados	46
5.2 Modelo de protocolo de Índice de Qualidade de Unidades de Valorização de Resíduos Recicláveis (IQ-UVR) para avaliação da qualidade das unidades.....	49
5.3 Modelo aplicado às UVRs do Oeste Paranaense	55
6 CONCLUSÕES	67
REFERÊNCIAS.....	68

1 INTRODUÇÃO

Na sociedade atual, a gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) é tido com um grande desafio. Os materiais mais descartados pelas atividades humanas são os resíduos sólidos, em que nesse descarte se inclui uma ampla gama de materiais, como, papel, metal, vidro, plásticos, alimentos e demais materiais orgânicos, sendo eles de origem doméstica, industrial, comercial, agrícola, de serviços de saúde, entre outros.

O adensamento populacional das cidades aumenta a demanda por bens e serviços, que resulta em mais consumo e mais descarte de materiais. Desta forma, a geração de RSU nas cidades é um problema que afeta a qualidade de vida da população e o equilíbrio ambiental..

De acordo com a Abrelpe (2023), a geração RSU no Brasil no ano de 2022 decresceu cerca de 2% quando comparada com o ano de 2021. No ano de 2022 foram geradas 224 mil toneladas diárias de RSU enquanto em 2021 foram cerca 226 mil toneladas por dia. Esta redução pode ser resultado das novas dinâmicas sociais, com a retomada da geração de resíduos nas empresas em comparação ao período de maior isolamento social e até mesmo pela alteração no poder de compra de parte da população, decorrente da pandemia vivenciada. Porém, mesmo nesse cenário, a RSU ainda é bastante significativa visto que no último ano cada brasileiro produziu diariamente aproximadamente 1,043 kg de resíduos.

O acúmulo de resíduos em locais inadequados, como terrenos baldios, ruas, rios e córregos, é favorecido pela falta de infraestrutura adequada para a coleta, transporte e destinação dos resíduos, o que também dificulta o seu gerenciamento. A grande quantidade de resíduos sem destino apropriado gera problemas como a poluição do solo, da água e do ar, contribui para a proliferação de vetores de doenças, contaminação de recursos naturais, com a emissão de gases de efeito estufa e com a degradação da paisagem urbana.

A gestão de RSU envolve ações voltadas para a redução, tratamento, reutilização, reciclagem e disposição final ambientalmente adequada dos resíduos gerados. O objetivo dessas ações consistem em contribuir para a redução da quantidade de resíduos produzidos, auxiliar na geração de renda e emprego para os catadores que trabalham na coleta e/ou triagem, e auxiliar na busca por um melhor

aproveitamento dos materiais recicláveis e orgânicos. Nesse sentido a valorização desses resíduos é uma das estratégias importante na promoção da sustentabilidade ambiental, minimizando o impacto ambiental gerado pelas atividades humanas e contribuindo para a redução da poluição do meio ambiente.

A minimização dos impactos ambientais é possibilitada pela gestão dos RSU. Nesse processo, uma estrutura fundamental para a minimização são os centros de triagem comumente conhecidos por Unidades de Valorização de Resíduos Recicláveis (UVR). Porém o desempenho dessas unidades nem sempre é conhecido ou acaba por ser avaliado de forma superficial. A falta de padronização adequada nas unidades, se mostra um desafio significativo, que dificulta garantir a qualidade dos produtos finais e a sua viabilidade de retorno a novas cadeias produtivas. Isso compromete a eficiência das unidades de reciclagem, aumentando os custos operacionais e diminuindo sua eficácia. Muitas dessas unidades carecem de investimentos adequados e assessoria técnica especializada, o que pode agravar ainda mais o problema.

O desenvolvimento de uma ferramenta que incorpore aspectos técnicos envolvidos no funcionamento das unidades de valorização, assim como os aspectos físicos, ambientais, operacionais e socioeconômicos, pode auxiliar no enfrentamento dessa problemática. Com essa abordagem é possível estabelecer critérios qualitativos que ajudem a melhorar a eficiência e a qualidade dos produtos gerados pela reciclagem, além de orientar investimentos e assessoria técnica especializada para as unidades de reciclagem.

Sendo assim, detecta-se a necessidade de criação de um modelo de protocolo de avaliação que permita avaliar adequadamente o desempenho das UVRs e que possa ser uma ferramenta de base objetiva no auxílio das tomadas de decisões. Desta forma, este trabalho tem por objetivo desenvolver um modelo de protocolo para avaliar o desempenho de Unidades de Valorização de Resíduos Recicláveis (UVR).

Este protocolo incluiu uma lista de indicadores qualitativos que permitem medir e monitorar a eficiência da unidade em diferentes áreas, de modo a se apresentar como uma ferramenta importante para a avaliação e monitoramento da qualidade e desempenho da UVR. Desta forma, esse trabalho visa auxiliar na avaliação da qualidade de UVRs e, conseqüentemente, colaborar com os propósitos deste ecossistema de inovação e proporcionar desenvolvimento de soluções para a sociedade.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Desenvolver um modelo de protocolo para avaliar, de forma comparativa, a qualidade de Unidades de Valorização de Resíduos Recicláveis (UVR), visando identificar oportunidades de melhoria e do desempenho das unidades.

2.2 Objetivos específicos

- Selecionar uma unidade de planejamento para a caracterização das UVR;
- Identificar parâmetros qualitativos que permitam caracterizar diferentes critérios para avaliação das UVRs;
- Desenvolver um modelo de protocolo comparativo para averiguar a qualidade das UVRs;
- Aplicar o modelo de protocolo (IQ-UVR) nas UVRs selecionadas;
- Analisar a qualidade das UVRs selecionadas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Resíduos sólidos urbanos

Este capítulo apresenta o referencial teórico que fundamenta este estudo e apresenta os principais conceitos necessários para o desenvolvimento do modelo e protocolo de avaliação de Unidades de Valorização de Resíduos Recicláveis.

A Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, define resíduo sólido como sendo o material, substância, objeto ou bem descartado como resultado das atividades humanas em sociedade, e que sua destinação definitiva é realizada, se propõe realizar ou se está obrigado a realizar, nos estados sólido ou semissólido (BRASIL, 2010).

A NBR 10.004 - Resíduos sólidos – Classificação, define resíduos sólidos como materiais em estado sólido e semissólido, derivados das mais diversas atividades humanas, e de diferentes origens, podendo ser de origem doméstica, industrial, comercial, agrícola, públicos (serviços, varrição, natureza) (ABNT, 2004). Além disso, para estruturar um planejamento adequada de gestão de resíduos sólidos, a primeira etapa é conhecer a classificação dos resíduos sólidos quanto a sua origem (doméstica, industrial, pública ou comercial) e sua característica quanto a periculosidade.

Os RSU, ainda de acordo com a PNRS, são aqueles resíduos que foram produzidos em domicílios, através de atividades domésticas em residências urbanas, e da limpeza urbana, por meio da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana (BRASIL, 2010).

A composição dos RSU é muito variada e são subprodutos de todas as atividades humanas. Assim como sua composição, a taxa de geração é influenciada de maneira direta pelo status socioeconômico do país, ou seja, os países de alta renda são os que produzem a maior quantidade de resíduos, e sua composição compreende volumes significativos de papel, plástico e outros materiais não-orgânicos, enquanto nos países de baixa a média renda, os resíduos são compostos na maior parte por frações orgânicas (DAS *et al.*, 2019). O Brasil produziu cerca de 81,8 milhões de toneladas de RSU no ano de 2022, o que corresponde a uma média de 1,043 kg por habitante. Porém apenas 76 milhões de toneladas dos resíduos gerados são

coletados e destinados a aterros sanitários, enquanto o restante é descartado em lixões a céu aberto ou em locais inadequados (ABRELPE, 2022).

A região do sul do País composta pelos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, apresenta números significativos quando levamos em conta o panorama brasileiro em questão da gestão dos RSU. Nesta região, os municípios apresentam 97% de cobertura de coleta dos RSU, sendo a segunda maior entre as 05 regiões (Norte, Nordeste, Centro-oeste, Sudeste e Sul), enquanto a média é de 93,04% no Brasil, e a 3ª em geração de RSU com 10,6% ficando à frente da região Sudeste (49,7%) e Nordeste (24,7%) (ABRELPE, 2022).

O aumento da conscientização ambiental, unido a um controle mais rigoroso do cumprimento da legislação, motiva a busca por soluções que viabilizem o correto tratamento e destinação final dos RSU. A geração destes resíduos nos centros urbanos constitui montantes significativos e ampliam a necessidade da implementação de técnicas alternativas e inovadoras (SANTOS *et al.*, 2023).

As mais recentes inovações na coleta de RSU domiciliares não apenas buscam introduzir elementos de criatividade no processo, mas também visam estabelecer condições futuras para a conversão desses resíduos em novos materiais, reintegrando-os à cadeia produtiva como valiosos insumos. Esse enfoque visa a redefinir tanto a forma quanto a intensidade com as quais utilizamos os recursos naturais não renováveis (SPOTI; AMARAL, 2023).

A Lei nº 12.305/2010 se baseia em princípios como a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a proteção da saúde pública e da qualidade ambiental, e o desenvolvimento sustentável. As diretrizes incluem a prevenção e redução na geração de resíduos, o incentivo à reutilização, reciclagem e outras formas de destinação final ambientalmente adequada, e a promoção de sistemas de coleta seletiva e logística reversa. Para atingir seus objetivos, a PNRS estabelece vários instrumentos, tais como o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares), que define as metas e estratégias nacionais, os Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), que devem ser elaborados por geradores de resíduos abrangendo desde empresas até municípios, a logística reversa, que obriga fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes a estruturar e implementar sistemas para o retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, e os Acordos Setoriais, que são contratos entre o poder público e fabricantes, importadores,

distribuidores ou comerciantes para a implementação da logística reversa (BRASIL, 2010).

A PNRS estabelece responsabilidades distintas para diversos atores: o poder público deve promover a implementação e fiscalização da política, além de fornecer infraestrutura para a gestão dos resíduos; as empresas precisam gerenciar os resíduos gerados por suas atividades e implementar a logística reversa; e os cidadãos são responsáveis por separar os resíduos e destinar corretamente os materiais recicláveis. A correta implementação da PNRS pode trazer diversos benefícios, como a redução da poluição, com menos resíduos sendo enviados a aterros sanitários e menos resíduos em áreas públicas. Além disso, promove a conservação de recursos naturais através da reciclagem e reutilização de materiais. Outro importante benefício é a inclusão social, com a geração de empregos para catadores e trabalhadores em cooperativas de reciclagem (BRASIL, 2010).

A capacidade institucional dos municípios brasileiros é frequentemente insuficiente para implementar as diretrizes da PNRS. Muitos enfrentam falta de infraestrutura adequada, recursos financeiros e humanos escassos, além de carências em planejamento e gestão técnica. A escassez de recursos financeiros é um dos principais obstáculos, pois muitos municípios não têm orçamento suficiente para investir em tecnologias de gestão de resíduos e na construção de aterros sanitários, o que perpetua o uso de lixões a céu aberto (MAIELLO; BRITTO; VALLE, 2018; DEUS; BATTISTELLE; SILVA, 2015).

A implementação da PNRS também depende do engajamento e da priorização por parte das administrações locais. Em muitos casos, a falta de vontade política e a ausência de programas de educação ambiental dificultam a adesão da população e dos gestores públicos aos objetivos da PNRS. A logística reversa, que requer responsabilidade compartilhada entre fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes para garantir a coleta e a destinação adequada dos resíduos, ainda enfrenta desafios operacionais e de coordenação. Além disso, a integração dos catadores de materiais recicláveis no sistema formal de gestão de resíduos é um desafio adicional. Embora a PNRS reconheça a importância desses trabalhadores, muitos municípios ainda não conseguiram criar as condições necessárias para que os catadores possam atuar de forma eficiente e segura (MAIELLO; BRITTO; VALLE, 2018).

Em 12 de janeiro de 2022 foi publicado o Decreto nº 10.936 que regulamenta a Lei nº 12.305/10, com o objetivo de estabelecer diretrizes e normas para a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos no Brasil. As principais disposições deste decreto são: a definição de conceitos importantes relacionados à gestão de resíduos sólidos; o estabelecimento de regras para a elaboração de planos de resíduos sólidos por estados e municípios; diretrizes para a implementação da logística reversa, especialmente para produtos eletroeletrônicos, pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, lâmpadas fluorescentes, e medicamentos; as normas para a gestão de resíduos sólidos em áreas rurais; determinações sobre a elaboração de inventários de resíduos sólidos; as regras para a elaboração de planos de gerenciamento de resíduos sólidos por empresas; e disposições sobre a fiscalização e aplicação de penalidades em caso de descumprimento das normas (BRASIL, 2022).

O plano integrado de gerenciamento de RSU deve incluir ajustes nos sistemas atuais e nas futuras ações de gestão, bem como metas de redução, reutilização e reciclagem (BRASIL, 2010). No entanto, ainda são necessários avanços significativos. Isso se aplica tanto às tecnologias que possibilitem a efetiva recuperação de valor nesse ciclo quanto aos modelos de gestão de RSU que precisam ser aprimorados (SPOTI; AMARAL, 2023).

3.2 Gestão de resíduos sólidos urbanos

A gestão de resíduos é um serviço de utilidade pública que deve desempenhar um papel central no planejamento estratégico do desenvolvimento urbano e empresarial. Isso visa a garantir a plena reintegração e aproveitamento dos produtos após o uso, estabelecendo um processo claramente definido de valorização, com o propósito de transformá-los em matéria-prima secundária ou em uma nova fonte de energia e combustíveis. Essa abordagem almeja criar um ciclo virtuoso de produção, contribuindo assim para a sustentabilidade do planeta (SPOTI; AMARAL, 2023). A gestão de RSU engloba todas as fases, desde a sua origem até a disposição final, incluindo a supervisão de todas as etapas envolvidas desde a sua criação (JOHARI *et al*, 2014).

O Decreto nº 10.936/2022 reforça a importância de uma gestão integrada dos resíduos sólidos, envolvendo diversos atores da sociedade, incluindo o governo, as

empresas, os consumidores e as cooperativas de catadores. Entre os principais pontos do decreto, destaca-se a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, estabelecendo que fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos têm obrigações específicas. Este modelo busca envolver todos os segmentos da sociedade na gestão dos resíduos. Uma das inovações mais significativas é o fortalecimento dos sistemas de logística reversa. O decreto detalha mecanismos para a devolução de produtos pós-consumo ao setor empresarial para reaproveitamento, reciclagem ou disposição final ambientalmente adequada. Setores como o de embalagens, produtos eletrônicos e medicamentos são fortemente impactados por essas exigências (BRASIL, 2022).

Empresas e municípios devem elaborar Planos de Gestão de Resíduos Sólidos (PGRS) que contemplem ações de redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final dos resíduos. Esses planos são instrumentos essenciais para a operacionalização da gestão de resíduos, proporcionando uma visão clara e estratégica das ações a serem implementadas. O decreto também incentiva a criação de mercados para materiais recicláveis, promovendo a valorização dos resíduos como insumos para novos processos produtivos. Isso inclui a promoção de tecnologias limpas e a inovação na gestão de resíduos, com apoio a cooperativas e associações de catadores. Além disso, a educação ambiental é destacada como um pilar fundamental para a mudança de comportamento da sociedade em relação aos resíduos sólidos. Campanhas educativas e programas de sensibilização são incentivados para promover a conscientização e a participação ativa da população na gestão dos resíduos (BRASIL, 2022).

O Decreto nº 10.936/2022, que regulamenta a Lei nº 12.305/2010, estabelece diretrizes essenciais para a gestão integrada e ambientalmente adequada dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. Este decreto sublinha a importância de uma abordagem colaborativa, envolvendo governo, empresas, consumidores e cooperativas de catadores, para enfrentar os desafios associados ao gerenciamento dos resíduos sólidos gerados nas cidades. Através da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a implementação de sistemas de logística reversa, a elaboração de planos de gestão de resíduos sólidos e o incentivo à reciclagem e à educação ambiental, o decreto busca transformar os resíduos urbanos em recursos valiosos, promovendo a economia circular e reduzindo os impactos ambientais. Assim,

este decreto não apenas reforça a necessidade de um gerenciamento mais eficiente dos RSU, mas também promove uma cultura de sustentabilidade e responsabilidade socioambiental (BRASIL, 2022).

Entre as várias orientações delineadas para a gestão de resíduos sólidos, é relevante enfatizar os diversos propósitos que englobam desde a diminuição da produção de resíduos e dos impactos ambientais até a reutilização de resíduos, entre outros aspectos relacionados à consciência socioambiental (MARCUCCI; BORGES, 2023).

O início do processo de gestão de resíduos deve ser embasado na compreensão das características desses resíduos, isso oferece informações fundamentais para aprimorar o sistema de coleta pública já implementado, definir formas de disposição final mais adequada, implantação de sistemas de tratamento, subsidiar sistemas de coleta seletiva, dimensionar a frota, o tipo de veículo coletor e o número de funcionários para o serviço de coleta (MORAIS; COSTA; SEABRA, 2023). O processo de caracterização engloba a identificação dos elementos constituintes e suas proporções relativas, em termos de peso, aspectos físicos, químicos e biológicos, presentes em uma amostra de resíduos sólidos (NBR 10.007, 2004).

A partir de dados, qualitativos e quantitativos, e com a aplicação de métodos estatísticos e por análises, pode-se propor ações de coleta seletiva e reciclagem, verificar se os materiais recicláveis possuem valor de comercialização e se a matéria orgânica é apropriada para compostagem ou biodigestão, ou, estabelecer o tratamento ou destinação adequada, determinar as adaptações necessárias para o desenvolvimento de soluções para diminuição dos RSU de determinada área (RODRIGUES; ISMAIL; LINO, 2023).

Para promover um avanço na eficiência da gestão de resíduos, incorporando tecnologias ambientalmente mais sustentáveis e benéficas para a população, é essencial que as autoridades públicas adotem metas tanto em nível local quanto regional. Essas metas incluem a redução da geração de resíduos, erradicação de lixões, aperfeiçoamento da gestão integrada de resíduos, e redução dos impactos ambientais e sociais, por exemplo. Isso requer a formulação de planos concretos para a implementação dessas metas, em vez de concentrar-se exclusivamente nos procedimentos relacionados às estratégias de tratamento e à localização de instalações. Afinal, tais práticas isoladas não estabelecerão as bases necessárias

para uma transformação significativa, ancorada no cenário jurídico (SOLTANI *et al*, 2015).

A gestão dos resíduos sólidos é complexa em virtude da heterogeneidade dos resíduos, pelo contínuo aumento na produção destes e pela relação direta com os esforços municipais. Dentre os métodos disponíveis para gerenciá-los, dentro dessa complexidade, tem-se a reciclagem e os aterros sanitários (CUCCHIELLA; D'ADAMO; GASTALDI, 2014). Porém, avaliar um sistema de gerenciamento também possui sua complexidade, visto que frequentemente as informações necessárias para isso não estão prontamente disponíveis, sendo insuficientes ou baseadas em estimativas que podem distorcer a realidade (DADARIO; DESTRO; RIZK, 2020).

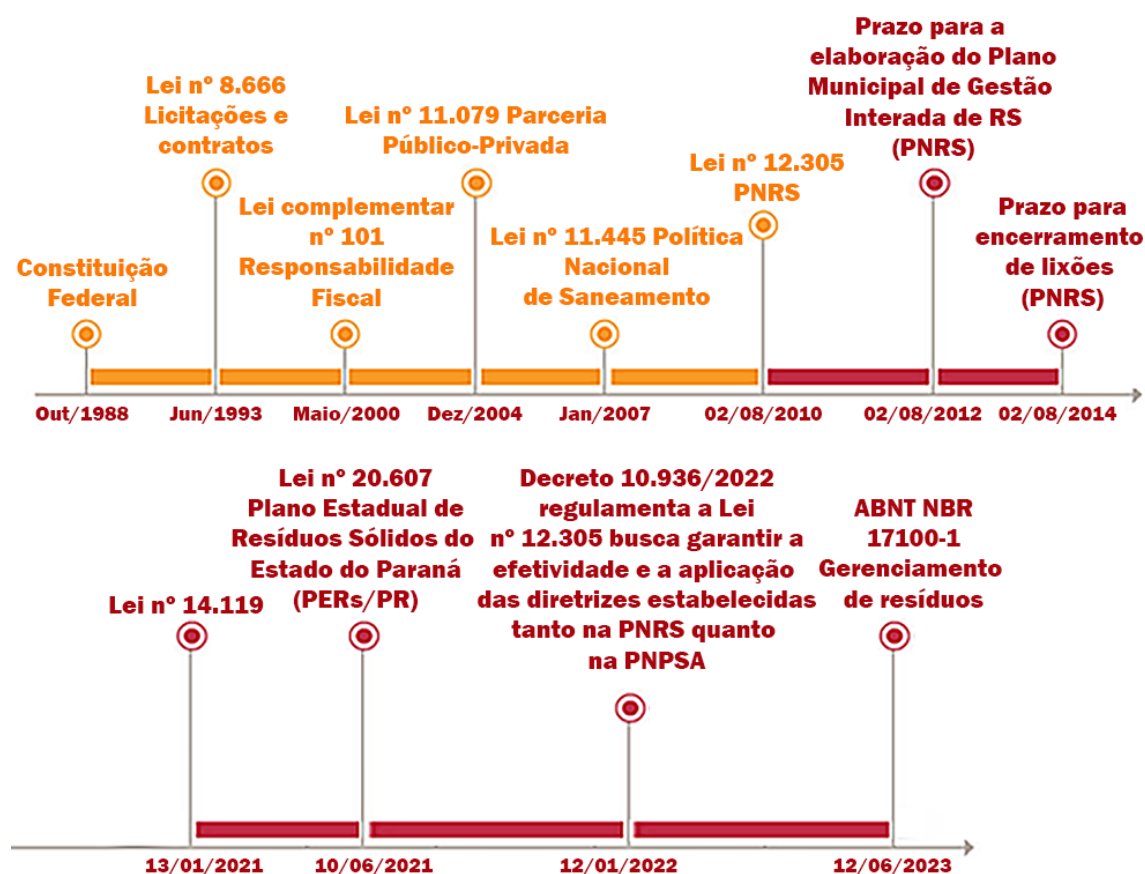
Esse desafio é em parte atribuível à carência de organização e à existência de lacunas nas fases de administração de resíduos em âmbito municipal. Essas lacunas derivam de obstáculos comuns em nações em desenvolvimento, incluindo questões técnicas e jurídicas, que surgem devido à falta de pessoal qualificado e recursos financeiros, além de considerações culturais. Consequentemente, os sistemas de gestão local tendem a reagir de maneira passiva às demandas do cotidiano (DADARIO; DESTRO; RIZK, 2020).

Em decorrência da industrialização, globalização e das projeções de crescimento populacional, prevê-se um aumento na geração de RSU ao longo do tempo, particularmente nos países mais populosos de baixa e média renda (BELLO; AL-GHOUTI; ABU-DIEYEH, 2022). Nos últimos anos há uma crescente preocupação com o desenvolvimento sustentável, isso fica evidenciado pela grande mobilização de órgãos públicos e privados, sociedade, universidades entre outros, tanto no âmbito nacional quanto internacional, acarretando em um aumento expressivo de eventos com essa temática buscando formas de incorporação da sustentabilidade na cadeia produtiva, e consequentemente chamando a atenção para a geração e gestão dos resíduos sólidos (BONJARDIM; PEREIRA; GUARDABASSIO, 2018).

As políticas públicas, apresentadas na Figura 1, juntas auxiliam na gestão de recursos sólidos urbanos em todo o território nacional. A PNRS associada a Política Nacional do Meio Ambiente e a Política Nacional de Saneamento Básico, apresenta como principais objetivos a não geração de resíduos, sua redução, reutilização, reciclagem e tratamento, bem como a disposição final ambientalmente adequada, com a inserção social dos catadores dos materiais recicláveis (BRASIL, 2010). Além disso, outra referência importante é a Norma Brasileira NBR 10.004/2004, da Associação

Brasileira de Normas Técnicas a qual classifica os resíduos sólidos, possibilitando o gerenciamento apropriado, a partir dos riscos potenciais à saúde pública e ambiental de cada categoria (ABNT, 2004).

Figura 1 – Principais marcos legais do Brasil em relação aos resíduos sólidos até o ano de 2023



Fonte: Adaptado de Gomes *et al.* (2014).

A PNRS apresenta um avanço significativo, mas também um grande desafio à sociedade brasileira. Ela inovou, em relação aos objetivos das etapas de gestão e gerenciamento dos resíduos, principalmente, em relação às aquisições e contratações governamentais, integração dos catadores, rotulagem ambiental e consumo sustentável, conforme Art. 7º da PNRS. Quanto às diretrizes aplicáveis aos resíduos sólidos e a gestão, definiu que os geradores devem zelar, obrigatoriamente, pela não geração de resíduos e, ter consciência que a vida útil de um produto encerra com a disposição final adequada, conforme Art. 9º da PNRS (BRASIL, 2010).

A Constituição Federal do Brasil atribuiu, em seu Art. 225, ao poder público e a todos os cidadãos, o dever de preservar o meio ambiente às gerações presentes e

futuras, considerando que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado (BRASIL, 1988).

Outros marcos, tão importantes quanto os apresentados até então, foram instituídos no cenário nacional após o ano de 2014. Como a Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021, que Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA), define conceitos, objetivos, diretrizes, ações e critérios de implantação da PNPSA. Essa Lei define pagamento por serviços ambientais como o mecanismo pelo qual o prestador de serviços ambientais recebe uma contraprestação financeira ou não financeira pela prestação desses serviços, que contribuem para a conservação, a proteção e a recuperação do meio ambiente. A PNPSA tem como objetivos principais promover a conservação, a proteção e a recuperação do meio ambiente, bem como incentivar a conservação da biodiversidade, a manutenção dos recursos hídricos, a proteção dos ecossistemas naturais, entre outros (BRASIL, 2021).

O Decreto 10.936/2022 atua como um instrumento regulatório que busca garantir a efetividade e a aplicação das diretrizes estabelecidas tanto na PNRS quanto na PNPSA, fornecendo diretrizes operacionais e administrativas para a implementação dessas políticas públicas de forma coordenada e eficaz (BRASIL, 2022). Assim, essa tríade de instrumentos legais desempenha um papel fundamental na promoção do desenvolvimento sustentável e na proteção do meio ambiente, ao mesmo tempo em que incentiva a participação da sociedade e o engajamento de diversos setores na busca por soluções ambientais mais eficazes e integradas.

Este decreto cria um ambiente normativo que facilita a implementação de práticas de avaliação da qualidade nas unidades de valorização de resíduos recicláveis (UVRS) e estabelece diretrizes operacionais claras que permitem uma integração efetiva entre as políticas públicas e as práticas de gestão de resíduos (BRASIL, 2022). Uma das principais contribuições do Decreto 10.936/2022 é a definição de diretrizes operacionais que visam padronizar os processos de gestão de resíduos. Através de mecanismos de controle e auditorias regulares, é possível verificar se as unidades estão cumprindo as normas estabelecidas e identificar áreas que necessitam de melhorias. Esse monitoramento é importante para garantir que as unidades não apenas atendam aos requisitos legais, mas também operem de forma eficiente e segura

Em junho de 2023, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) lançou a ABNT NBR 17100-1, uma norma voltada para o Gerenciamento de Resíduos. O

propósito principal dessa norma é otimizar a extração de recursos dos resíduos e prevenir qualquer tipo de dano ou ameaça à saúde pública e ao meio ambiente durante todas as fases do processo de gerenciamento de resíduos. Além disso, ela busca unificar as informações e a comunicação entre as partes envolvidas no gerenciamento de resíduos (ABNT, 2023).

Dentro da ABNT NBR 17100, são estabelecidas definições abrangentes e precisas, assim como requisitos relevantes tanto para os geradores quanto para os outros intervenientes na cadeia de gerenciamento de resíduos. Essas diretrizes têm o intuito de promover uma uniformização na terminologia e nas abordagens empregadas para a gestão adequada dos resíduos. Esse alinhamento está fundamentado nos princípios de proteção ambiental, preservação da saúde pública e busca pela sustentabilidade (ABNT, 2023).

Estas regulamentações são de extrema importância para a gestão de resíduos no contexto local, no Paraná, visto que beneficiam toda a população. Desta forma, o estado conta com a Lei Estadual 12.493/1999 que estabelece as normas e critérios quanto à geração, condicionamento, armazenamento, coleta, transporte e à destinação final dos resíduos sólidos no estado, visando a minimização de seus impactos ambientais. Um de seus princípios é a minimização da geração de resíduos e a priorização dos processos de reutilização e reciclagem como melhores alternativas as demais formas de tratamento e disposição final. Regulamentou a responsabilidade dos geradores quanto aos parâmetros de acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final adequada de resíduos e recuperação de áreas degradadas, assim como definiu a obrigatoriedade de cadastramento das atividades geradoras de resíduos a fim de controlar e inventariar os resíduos sólidos gerados no Estado do Paraná (PARANÁ, 1999).

No dia 10 de junho de 2021, entrou em vigor a Lei nº 20.607, que instituiu o Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Paraná (PERS/PR). Esse plano é um instrumento de grande importância no processo de planejamento para a gestão de resíduos sólidos no estado. A referida lei estabelece diretrizes para a formulação, revisão, aprimoramento, implementação e monitoramento do Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Paraná - PERS/PR. Esse plano tem como objetivo fundamental a organização e coordenação da gestão dos resíduos sólidos no território paranaense. Além de abranger os RSU, o PERS/PR engloba uma variedade de

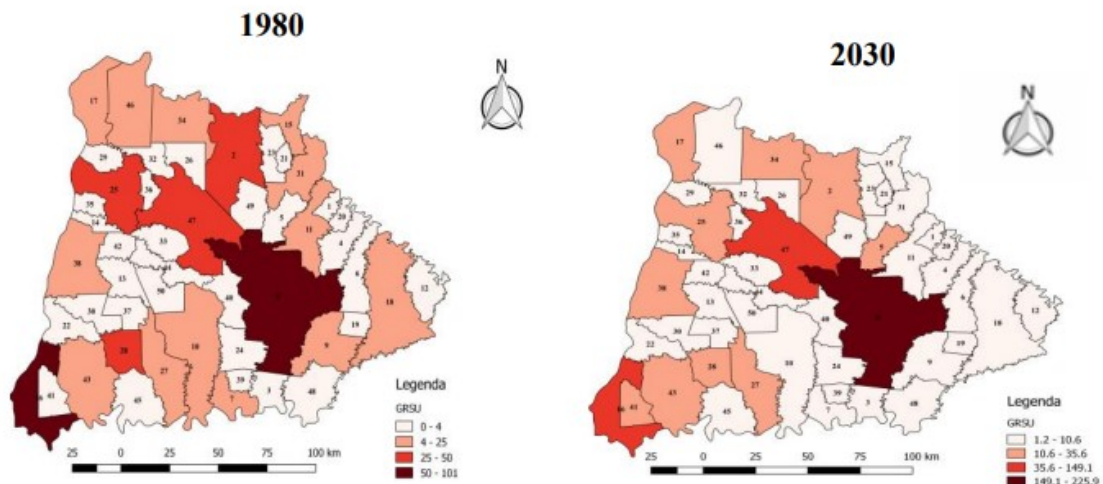
categorias, incluindo resíduos de saúde, construção civil, transporte, mineração, saneamento, industriais e agrossilvopastoris (PARANÁ, 2021).

Uma das principais iniciativas para a gestão dos RSU no Paraná é a criação dos Consórcios Intermunicipais de Resíduos Sólidos (CIR), que visam à gestão compartilhada dos resíduos sólidos entre municípios de uma mesma região. Essa iniciativa busca solucionar a problemática da falta de recursos financeiros e técnicos por parte dos municípios para lidar com os resíduos sólidos de forma adequada. Além disso, os CIRs têm a função de promover ações educativas para conscientização da população sobre a importância da separação dos resíduos e da reciclagem (CALDERAN; MAZZARINO; TURATI, 2017).

Outra iniciativa que tem sido adotada no Paraná é a instalação de usinas de triagem e compostagem de RSU, que permitem a separação dos materiais recicláveis e a compostagem dos resíduos orgânicos. Essas usinas permitem que os resíduos sejam tratados de forma mais adequada, reduzindo a quantidade de material enviado para os aterros sanitários e promovendo a redução dos impactos ambientais. Além disso, a compostagem gera um produto que pode ser utilizado como adubo orgânico, promovendo a economia circular e a sustentabilidade (ARRIECHE *et al.*, 2020).

Em uma estimativa do potencial de geração global total de resíduos sólidos nos municípios do Oeste do Paraná é apresentada na Figura 2.

Figura 2 - Estimativa do potencial de geração total de RSU nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná (ton./dia) – 1980 a 2030



Fonte: Adaptado de Bianco (2018).

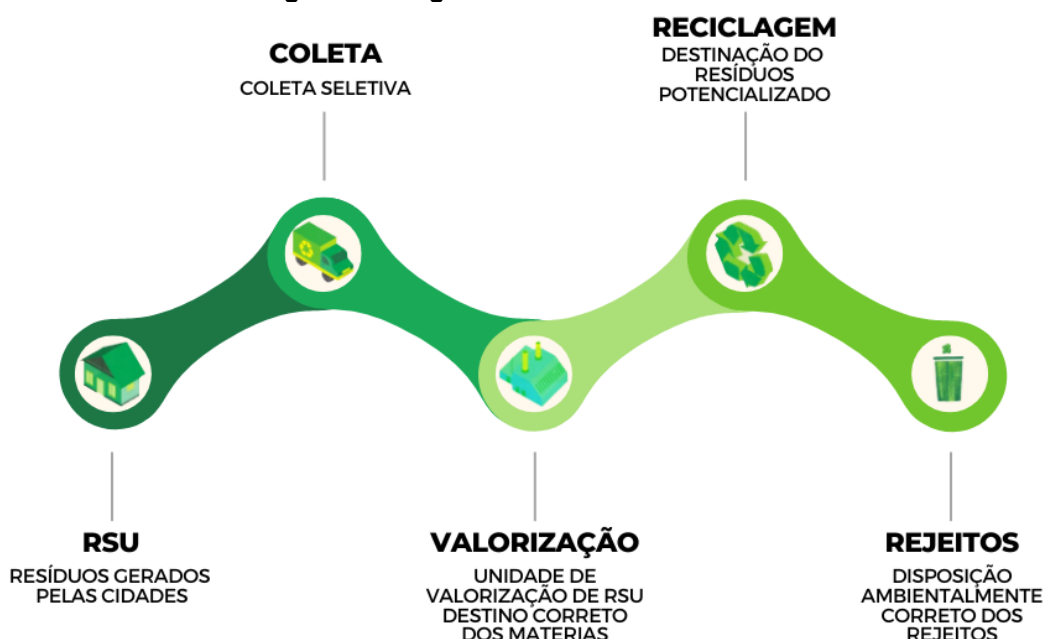
Durante os anos de 1980 a 2030 apresenta um aumento na capacidade de geração total diária de RSU de 41%, ou seja, a geração de resíduos nos municípios da Mesorregião Oeste do Paraná poderá ultrapassar 595,6 toneladas/dia, de 1980, para 841,5 toneladas/dia, em 2030 (BIANCO, 2018). Dados mais recentes, apontam que oeste do Paraná, composto por 55 municípios e 1,4 milhões de habitantes, produz cerca de 35 mil toneladas/mês de resíduos sólidos, sendo 0,025 toneladas/mês por habitante. Do montante total, 8,5 mil toneladas são de resíduos recicláveis/mês (CORREIA *et al.*, 2023).

Conforme o relatório Nacional de Gestão de Resíduos Sólidos, referente ao ano de 2019, no estado do Paraná 67% dos municípios destinaram seus RSU de maneira adequada. A geração de RSU no Estado, em 2019, foi de 3.160.294 toneladas, o que corresponde a cerca de 276 kg/hab. de resíduos, destes 1.628926 toneladas foram tratadas, 2.372.751 destinadas em aterros sanitários/lixão e 211.712 toneladas em aterros controlados (SINIR, 2019). No ano seguinte, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, em 2020 o Paraná produziu cerca de 7,3 milhões de toneladas de RSU, sendo que apenas 47,4% foram destinados corretamente, conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

3.3 Logística Reversa

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares), visa articular diferentes aspectos da gestão integrada de resíduos sólidos, apresentando diversas ações de planejamento, normatização, operação e de ordem financeira, que devem ser desenvolvidas pela esfera pública municipal em relação ao processo de tratamento dos resíduos (BRASIL, 2022). O poder público será responsável por coletar, armazenar, tratar e dispor os resíduos sólidos, seguindo as normas e critérios sanitários, ambientais e econômicos, com base nas características das fontes geradoras, tratamento e disposição final ambientalmente correta (SILVA; BESSA, 2022). A Figura 3 apresenta como deve ser realizada a gestão dos recursos sólidos urbanos.

Figura 3 - Diagrama da Gestão de RSU



Fonte: Autoria própria (2024).

Contudo, os geradores, empresas e população, tem a responsabilidade de realizar a gestão de seus resíduos, zelando pela redução, reaproveitamento e destino correto, além de atribuir à cadeia produtiva o compromisso de realizar a logística reversa. Entre os instrumentos da PNRS, Art. 8, está “a coleta seletiva, dos sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos” (BRASIL, 2010).

A logística reversa, de acordo com a PNRS, é uma ferramenta de progresso econômico e social, composta por um conjunto de medidas, técnicas e processos que visam direcionar os resíduos sólidos de volta à sua fonte de origem, com o propósito de possibilitar sua reutilização no ciclo produtivo ou o descarte de forma ecologicamente responsável (BRASIL, 2010).

A logística reversa e a responsabilidade compartilhada são temas inovadores, inseridos pela PNRS, tem o compromisso de reduzir o volume de resíduos gerados, e demanda a compreensão e comprometimento da sociedade como um todo. A responsabilidade compartilhada tem por objetivo, auxiliar na aplicação da logística reversa, ou seja, é responsável por colocar em prática as estratégias de planejamento e organização e proposição de ações que visem a redução dos impactos ambientais ocasionados pelo aumento na geração de resíduos. Enquanto a logística corresponde a um conjunto de nomeações e delegação de responsabilidade sobre os produtos, de

competência dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e cidadãos, além dos serviços públicos (PISANO; DEMAJOROVIC; BESEN, 2022).

O manejo adequado dos resíduos é de responsabilidade compartilhada entre os atores sociais, eles têm o compromisso de zelar pelos produtos desde sua produção até o reaproveitamento ou sua destinação final correta, empregando a logística reversa (BRASIL, 2010). Assim, ela se torna uma ferramenta de grande potencial, a partir da coleta seletiva e reciclagem dos resíduos, possibilitando a esses materiais retornarem ao setor produtivo como materiais reaproveitados, mitigando os impactos ambientais, contribuindo com o desenvolvimento sustentável e melhora na qualidade de vida da população.

A logística reversa após o consumo, a avaliação da capacidade de reciclagem dos materiais e o processo de reciclagem são vistas como um caminho assertivo, uma vez que contribuem significativamente para a redução dos impactos ambientais inerentes ao atual modelo econômico, promovendo a reutilização dos materiais em ciclos fechados. Entretanto, é importante mencionar que essa abordagem não deve desviar a atenção das discussões sobre a prevenção da geração de resíduos e a diminuição do consumo (ALIGLERI; LOPES, 2022).

Dentro destas premissas da logística reversa, tem-se no Brasil um acordo Setorial para Implantação do Sistema de Logística Reversa de Embalagens em Geral. Este Acordo foi assinado em 25/11/2015 com o objetivo de assegurar a destinação final adequada ambientalmente das embalagens. Fabricantes, importadores, comerciantes e distribuidores de embalagens e produtos em embalagens se comprometem a colaborar para garantir essa destinação. As embalagens abrangidas pelo acordo podem ser de papel, plástico, alumínio, aço, vidro ou combinações destes materiais, como embalagens cartonadas longa vida (SINIR, 2023).

O acordo setorial envolve o apoio a cooperativas de catadores e parcerias com o comércio para instalar pontos de entrega voluntária. Também prevê a possibilidade de acordos entre os serviços públicos de limpeza urbana e as entidades signatárias. No ano de 2020 havia 374 pontos de coleta, em municípios brasileiros atendidos em 26 estados, mais o Distrito Federal. Nesses municípios foram recuperados: 123.256 toneladas de papel/papelão; 58.498 toneladas de vidro; 54.246 toneladas de plástico; 13.916 toneladas de aço e 6.162 toneladas de alumínio (SINIR, 2023).

A existência de um mercado para cada um dos materiais direcionados às centrais de triagem é de extrema importância. Não é suficiente apenas criar produtos

e embalagens feitos com materiais que têm o potencial de serem reciclados e reintegrados em novos ciclos produtivos ao final de sua vida útil, se não houver interesse por parte dos agentes empresariais em reutilizar esses materiais em novas cadeias produtivas (ALIGLERI; LOPES, 2022).

3.4 Unidade de Valorização de Resíduos (UVR)

A Unidade de Valorização de Resíduos (UVR) é um local físico onde os catadores recebem, realizam a triagem e compactam os resíduos sólidos recicláveis para posterior venda (CORREIA *et al.*, 2023). Sua concepção e dimensionamento devem considerar a existência de um local para recepção de resíduos previamente segregados em suas fontes geradoras, procedimentos de triagem, armazenamento, enfardamento, estoque e, por fim, carregamento (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2010).

A UVR é uma unidade fundamental para o controle da poluição e minimização dos impactos ambientais causados pela disposição inadequada de resíduos sólidos. Quando essa unidade executa a atividade de compostagem também, ela pode ser nominada como Centro de triagem e Compostagem (CTC),. Desta forma ela é responsável por receber, separar e destinar os resíduos sólidos gerados nas cidades, seguindo as normas ambientais e garantindo uma destinação ambientalmente adequada (SEMA, 2013).

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2020, p. 112), a atividade de triagem/recuperação de materiais recicláveis secos é descrita como um processo que envolve uma série de procedimentos relacionados à separação da massa de materiais recicláveis por tipo, incluindo papel, plástico, metal, vidro e outros. A valorização destes resíduos envolve agregar valor a estes materiais que geralmente seriam descartados como lixo. Este processo abrange várias técnicas, como reciclagem, compostagem, aproveitamento energético de aterros e coprocessamento de resíduos industriais, entre outros (BRANDÃO, 2006).

A Diretiva 2008/98/CE da União Europeia define valorização como qualquer processo que tenha como resultado principal a transformação dos resíduos de forma a fornecer-lhes uma utilidade, substituindo outros materiais que, de outra forma, teriam sido usados para um propósito específico, ou preparando os resíduos para esse fim, seja dentro das instalações ou no contexto geral da economia (Diretiva 2008/98/CE). As dificuldades para a prática da valorização de resíduos incluem infraestrutura

inadequada, custos elevados, desafios tecnológicos, falta de incentivos econômicos, regulamentações inadequadas e até mesmo a falta de conscientização da comunidade. Para evitar a mistura indiscriminada dos resíduos, é fundamental implementar a separação da matéria orgânica na fonte de produção e promover a coleta seletiva de materiais recicláveis. Isso requer um alto nível de conscientização por parte da comunidade, assim como investimentos em pessoal e equipamentos por parte das autoridades municipais (BRANDÃO, 2006).

Quanto aos métodos de triagem, estes podem ser classificados em: a) triagem manual, que é totalmente dependente da atuação de funcionários; b) triagem semiautomática, na qual é necessário investimento em equipamentos como esteiras e máquinas de segregação; e c) triagem automática, na qual há pouca ou nenhuma intervenção dos funcionários no processo de triagem. No entanto, este último método requer um investimento significativo (BEZERRA *et al.*, 2021). A estrutura mínima de uma UVR consiste em uma área operacional e administrativa equipada com máquinas de reciclagem e uma cisterna. Além disso, a unidade deve possuir toda a documentação necessária para regularizar suas atividades, como licença ambiental, termo de cessão de uso e alvará (CORREIA *et al.*, 2023).

As cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis desempenham um papel fundamental na gestão de resíduos sólidos, especialmente no que diz respeito às UVRs, uma vez que estes podem realizar atividades de coleta, triagem e valorização de materiais recicláveis. Uma cooperativa de trabalho consiste uma sociedade formada por trabalhadores que se unem para realizar suas atividades laborais ou profissionais de forma coletiva, visando benefícios mútuos, autonomia e autogestão, com o objetivo de alcançar uma maior qualificação, aumento de renda, melhoria na situação socioeconômica e melhores condições de trabalho em geral (BRASIL, 2012).

Já uma associação é caracterizada como a união de indivíduos ou entidades, incluindo aquelas com objetivos lucrativos, como empresas comerciais. Todas essas entidades têm o direito de se constituir livremente como associações. Portanto, de acordo com esse princípio de livre constituição, essas organizações têm o direito de estruturar-se conforme suas preferências, estabelecer seus próprios estatutos, selecionar seus membros, administrar suas atividades da maneira que escolherem e decidir, se assim desejarem, encerrar suas operações, desde que estejam em conformidade com as leis do país (BRASIL, 1988).

A inclusão dos catadores individuais em organizações, sejam cooperativas ou associações, tem o potencial de mitigar sua vulnerabilidade social, oferecendo suporte econômico e social, ao contrário da situação dos catadores individuais, cujas capacidades de processamento e armazenamento são limitadas, tornando-os alvos fáceis para exploração (WILSON; VELIS; CHEESEMAN, 2006). Essa formalização dos catadores em organizações também atua como um agente de transformação da dignidade humana, promovendo equidade social para aqueles que anteriormente dependiam da coleta de materiais em ruas e aterros (GUTBERLET *et al.*, 2013). Além disso, é importante ressaltar que organizações menos estruturadas têm menor capacidade de valorizar os resíduos recicláveis, aumentando assim sua vulnerabilidade à exploração por parte de intermediários comerciais (WILSON; VELIS; CHEESEMAN, 2006).

Na região oeste do Paraná em 2022 existiam 56 associações de catadores, 10 cooperativas e unidade privada. Juntas ofereceram 1198 postos de trabalho (RECICLÔMETRO, 2022). A capacidade de abrangência e prestação de serviços de coleta seletiva nesta área, onde o Programa de Gestão de Resíduos Sólidos (GRS) da Itaipu Binacional está ativo, demonstra índices significativamente elevados. Essa capacidade pode atingir um potencial de atendimento à população seis vezes maior que a média nacional e três vezes maior que a média da região Sul (CORREIA *et al.*, 2023).

A área de abrangência do Programa GRS possui um número significativamente maior de unidades de processamento de resíduos recicláveis em comparação com a média nacional. Ao realizar uma análise comparativa dos dados referentes à quantidade de unidades de processamento de materiais recicláveis, fica evidente que a região do Programa GRS ostenta um valor cinco vezes superior à média nacional e seis vezes superior à média da região sul (CORREIA *et al.*, 2023).

Estes dados derivam de ações intensivas por parte da Itaipu Binacional, através de seu Programa GRS, que se concentra em apoiar os municípios na gestão de resíduos recicláveis, pela estruturação completa por meio de colaborações com as prefeituras locais, fornecendo: i. auxílio na infraestrutura para a construção de Unidades de Valorização de Resíduos recicláveis (UVRs) e escritórios administrativos; ii. aquisição de equipamentos de reciclagem e veículos para a coleta seletiva; iii. iniciativas de educação ambiental e formação contínua para técnicos e catadores;

além de iv. assistência técnica, contábil e jurídica essenciais para a organização e regularização dessas atividades (CORREIA *et al.*, 2023).

Com o objetivo de contribuir para o desenvolvimento de soluções para a sociedade, a parceria entre Itaipu e a Fundação PTI-BR deu origem a uma metodologia que foi integrada às ações estratégicas. De acordo com Correia *et al.* (2023), essa abordagem é aplicada de maneira contínua por meio de assistência técnica prestada às prefeituras, técnicos das UVRs, catadores e outros envolvidos, desde a fase de elaboração do projeto executivo das obras, passando pelo programa de coleta seletiva e abrangendo até as leis e planejamentos de gestão de resíduos, conforme a Figura 4.

Figura 4 – Metodologia do Programa de Gestão de Resíduos da Itaipu Binacional

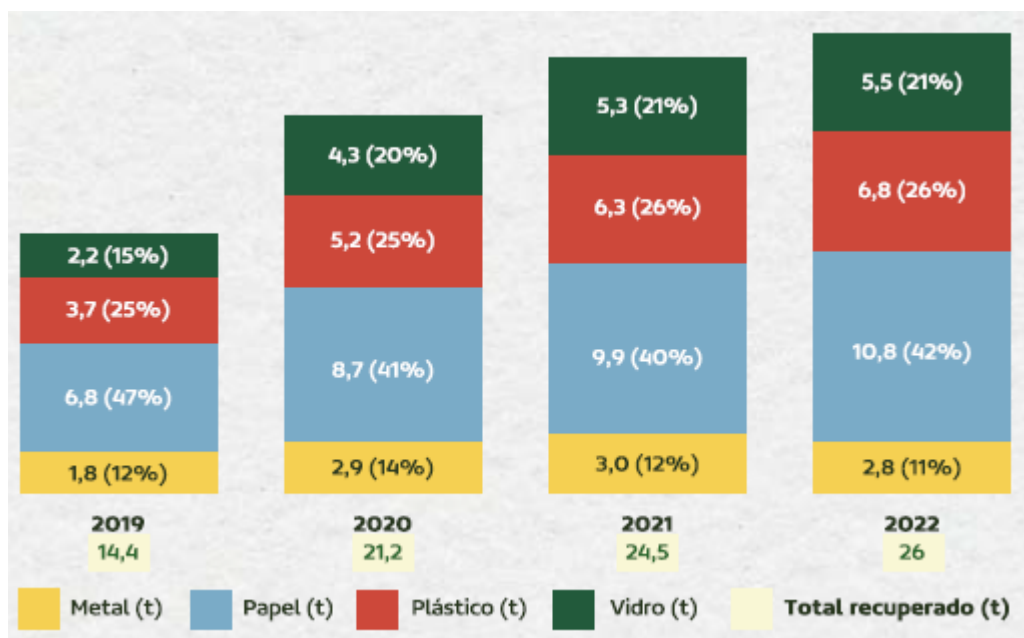


Fonte: Correia *et al.* (2023).

As massas recuperadas anualmente e suas composições gravimétricas, processadas pelas UVRs dos Municípios integrantes do programa de gestão de resíduos da Itaipu Binacional, são apresentadas na Figura 5, em mil toneladas. Durante o período compreendido entre 2019 e 2020, observou-se o maior aumento nas taxas de recuperação de materiais em comparação com os anos anteriores. Esse

resultado foi impulsionado pelos impactos positivos do Programa GRS e pela implementação da sua metodologia.

Figura 5 – Massas recuperadas de resíduos sólidos e composição gravimétrica em mil toneladas pelas UVRs do oeste do Paraná



Fonte: Correia *et al.* (2023).

De acordo com os dados publicados no Caderno da Reciclagem, por Correia *et al.* (2023), nos anos de 2021 e 2022 também houve um crescimento constante, resultado do contínuo trabalho em campanhas de conscientização ambiental, assistência técnica e do aumento da população. Essa tendência de crescimento é evidente para papel, plástico e vidro, com exceção do metal, que registrou uma diminuição de 2021 para 2022. Isso ocorreu em resposta aos efeitos da pandemia de COVID-19, que aumentou os valores de comercialização dos materiais recicláveis, especialmente dos metais, gerando uma maior competição na coleta e venda por parte de entidades autônomas e privadas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Desenvolvimento do protocolo IQ-UVR

Neste capítulo apresenta-se a metodologia utilizada no desenvolvimento do protocolo proposto neste trabalho. Para tanto, descreve-se a classificação da pesquisa, seguida da identificação e seleção de parâmetros de caracterização das UVRs, o desenvolvimento do modelo de protocolo e, por fim, a validação do modelo.

Para atingir os objetivos propostos foi utilizada a metodologia de pesquisa exploratória, que segundo Gil (2022) envolve levantamento bibliográfico, entrevistas com indivíduos que possuem conhecimento prático da problemática abordada e análise de exemplos que incentivem a compreensão. A fase exploratória da pesquisa é documentada em forma de escrita, e a fase em que o pesquisador realmente explora o tema entrando em contato com o problema é chamada de execução, fase em que a concepção teórica entra em contato com a realidade do problema.

Na pesquisa exploratória é importante adotar uma abordagem participativa que envolvam pessoas com experiência no tema pesquisado (MARCONI; LAKATOS, 2022). Neste trabalho, se faz necessário envolver os responsáveis pelas UVRs que integram a unidade de planejamento deste estudo, a bacia do Paraná III, por intermédio de entrevistas informais e observações, que permitem a troca de conhecimentos e experiências entre os diferentes *stakeholders* envolvidos.

Em complemento a pesquisa exploratória, aplicou-se a metodologia de pesquisa bibliográfica, que se fundamenta a partir de publicações já disponíveis, como livros e artigos, visando maximizar o conhecimento do assunto, embasando teoricamente as informações obtidas no campo da pesquisa exploratória (GIL, 2022). É importante revisar artigos científicos, livros e documentos oficiais que tratem do tema, a fim de obter informações sobre os principais indicadores e critérios de avaliação pertinentes ao assunto.

No presente trabalho o pesquisador optou pela junção da pesquisa exploratória com a pesquisa bibliográfica, de modo a alcançar resultados satisfatórios e de valor para o assunto abordado, unido a fundamentação teórica do assunto com a prática aplicada ao campo de pesquisa, entrando em contato diretamente com os personagens atuantes no problema.

Para desenvolver o protocolo multidisciplinar proposto, se faz necessário a definição dos indicadores e critérios de avaliação que serão utilizados. Para tanto, utilizou-se de base metodologias já existentes, como os desenvolvidos pela CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2023). Os critérios foram escolhidos e organizados de forma a aferir diferentes aspectos da unidade de valorização de resíduos (UVR), como desempenho físico, ambiental, operacional e aspectos socioeconômicos. Os indicadores foram definidos de forma objetiva e clara, a fim de permitir a comparação dos resultados ao longo do tempo e entre diferentes UVRs.

Com relação aos critérios físicos, considerou-se a qualidade do processo de tratamento dos resíduos e a capacidade de armazenamento dos resíduos. Na categoria ambiental, os indicadores abrangem aspectos como a redução da poluição e a geração de energia renovável. Já na categoria operacional, os indicadores avaliam a eficiência e eficácia do sistema de gestão da unidade. Por fim, na categoria socioeconômica, avaliam-se os impactos econômicos e sociais positivos que a UVR está gerando na comunidade local.

4.2 Unidade de planejamento selecionada

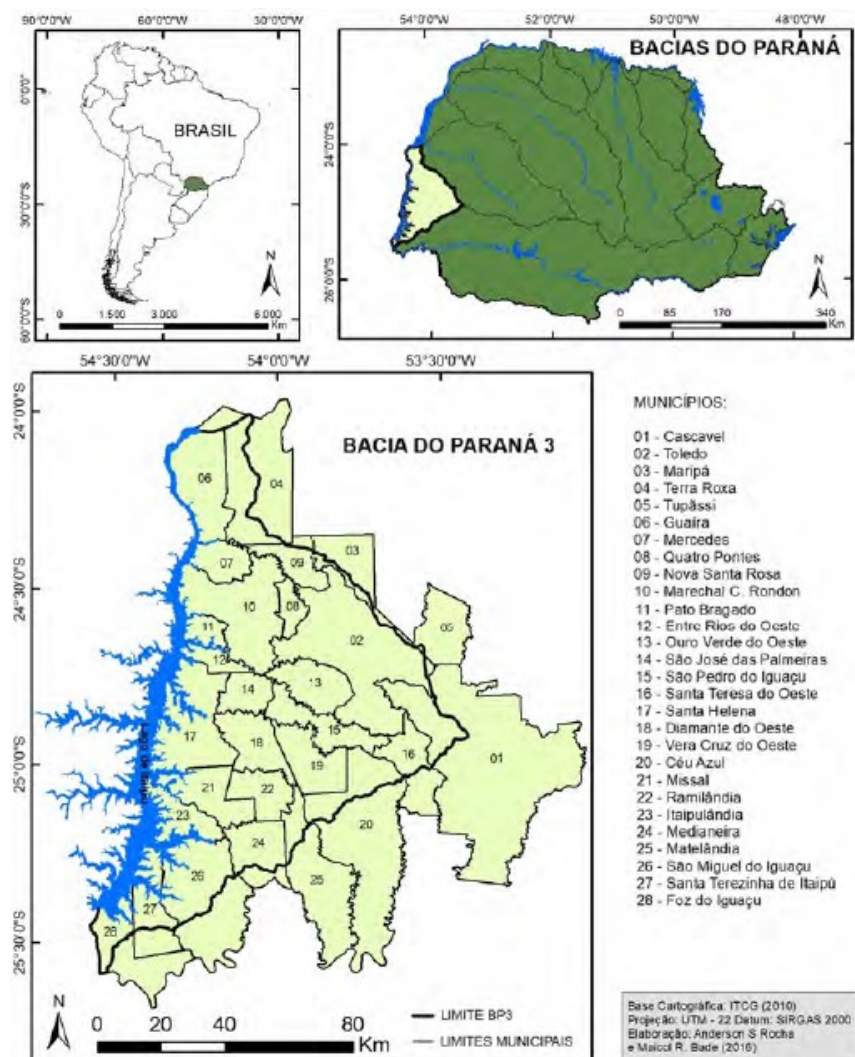
Para esse trabalho a unidade de planejamento selecionada consistiu na bacia hidrográfica do Paraná III, localizada no oeste Paranaense e que as UVRs estão em municípios que fazem parte programa de Gestão de Resíduos Sólidos da Itaipu Binacional. Uma bacia hidrográfica constitui uma região geográfica delimitada por um divisor de águas, uma área mais elevada que orienta o fluxo das águas pluviais provenientes de zonas mais altas para áreas mais baixas. As atividades ocorrentes ao longo dessa bacia exercem influência direta na qualidade da água do rio. Essa conexão intrínseca entre ações humanas e recursos hídricos destaca a importância de adotar a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, de modo a colaborar com sua preservação e gestão sustentável (SEMA, 2013).

A região em análise abrange uma extensa zona de conservação, denominada Parque Nacional do Iguaçu, o qual ultrapassa os limites da área de estudo, ocupando adicionalmente 1.462,76 km². As regiões urbanas totalizam uma área de 562,62 km² (GOMES *et al.*, 2020) composta de 28 municípios contando com um total de 34 UVR's já que o município de Cascavel conta com 06 unidades denominadas Ecopontos. De

maneira ampla, a configuração socioeconômica da bacia hidrográfica do Paraná III se manifesta através das atividades agropecuárias, agroindustriais e turísticas, estando estreitamente interligada com a organização geocológica das diversas áreas de paisagem que compõem a bacia. Esses compartimentos paisagísticos, definidos dentro da região hidrográfica, desempenham também um papel fundamental como fonte dos recursos naturais utilizados e modificados pela sociedade e pela economia local (ROCHA *et al.*, 2016).

A bacia hidrográfica Paraná III encontra-se na mesorregião Oeste do Estado do Paraná, situada entre as coordenadas latitudinais 24°01' S e 25°35' S, e longitudinais 53°26' W e 54°37' W, conforme Figura 6. Ela engloba uma extensão de cerca de 8.000 km², que compreende, em parte ou integralmente, os territórios de 28 municípios (ROCHA *et al.*, 2016).

Figura 6– Bacia hidrográfica do Paraná III



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

Os municípios lindeiros ao lago de Itaipu que integram a Bacia do Paraná III e são integrantes do programa GRS da Itaipu Binacional, são eles Cascavel, Céu Azul, Diamante do Oeste, Entre Rios do Oeste, Foz do Iguaçu, Guaíra, Itaipulândia, Marechal Candido Rondon, Maripá, Matelândia, Medianeira, Mercedes, Missal, Nova Santa Rosa, Ouro verde do Oeste, Pato Bragado, Quatro Pontes, Ramilândia, Santa Helena, Santa Tereza do Oeste, Santa Terezinha de Itaipu, São José das Palmeiras, São Miguel do Iguaçu, São Pedro do Iguaçu, Serranópolis do Iguaçu, Terra Roxa, Toledo, Tupãssi e Vera Cruz do Oeste. A bacia do Paraná III é uma região de grande importância geográfica e ambiental, situada na fronteira entre o Brasil e o Paraguai e abrange uma área de aproximadamente 420 mil km², sendo composta por uma série de afluentes do Rio Paraná que desembocam no Lago de Itaipu e na confluência deste rio com o Iguaçu. Essa região é conhecida por sua rica biodiversidade, que abrange uma ampla variedade de espécies de animais (ROCHA *et al.*, 2016).

A relevância da região oeste, tanto em âmbito estadual quanto nacional, com foco nos centros econômicos de Cascavel, Foz do Iguaçu e Toledo, merece realce no contexto estratégico e econômico. Dentro deste panorama, o agronegócio emerge como o principal motor econômico e de progresso para essa área. Por outro lado, a usina hidrelétrica de Itaipu assume destaque notável, sendo uma das principais provedoras de energia tanto para o Brasil quanto para o Paraguai. O turismo também se destaca nessa região, principalmente relacionado às atrações das Cataratas do Iguaçu e à barragem da usina hidrelétrica, ambas localizadas na cidade de Foz do Iguaçu, atraindo anualmente um grande fluxo de visitantes (ROCHA; BADE, 2018).

4.3 Identificação de parâmetros para caracterização das Unidades de Valorização de Resíduos Recicláveis (UVRs)

Para caracterizar as UVRs é fundamental identificar os parâmetros que serão utilizados no modelo de protocolo a ser proposto, permitindo uma avaliação abrangente e precisa de diversos aspectos envolvidos. Parâmetros referem-se a um conjunto indicadores utilizados para caracterizar ou avaliar diferentes aspectos de uma UVR, levando em consideração múltiplas perspectivas ou fatores.

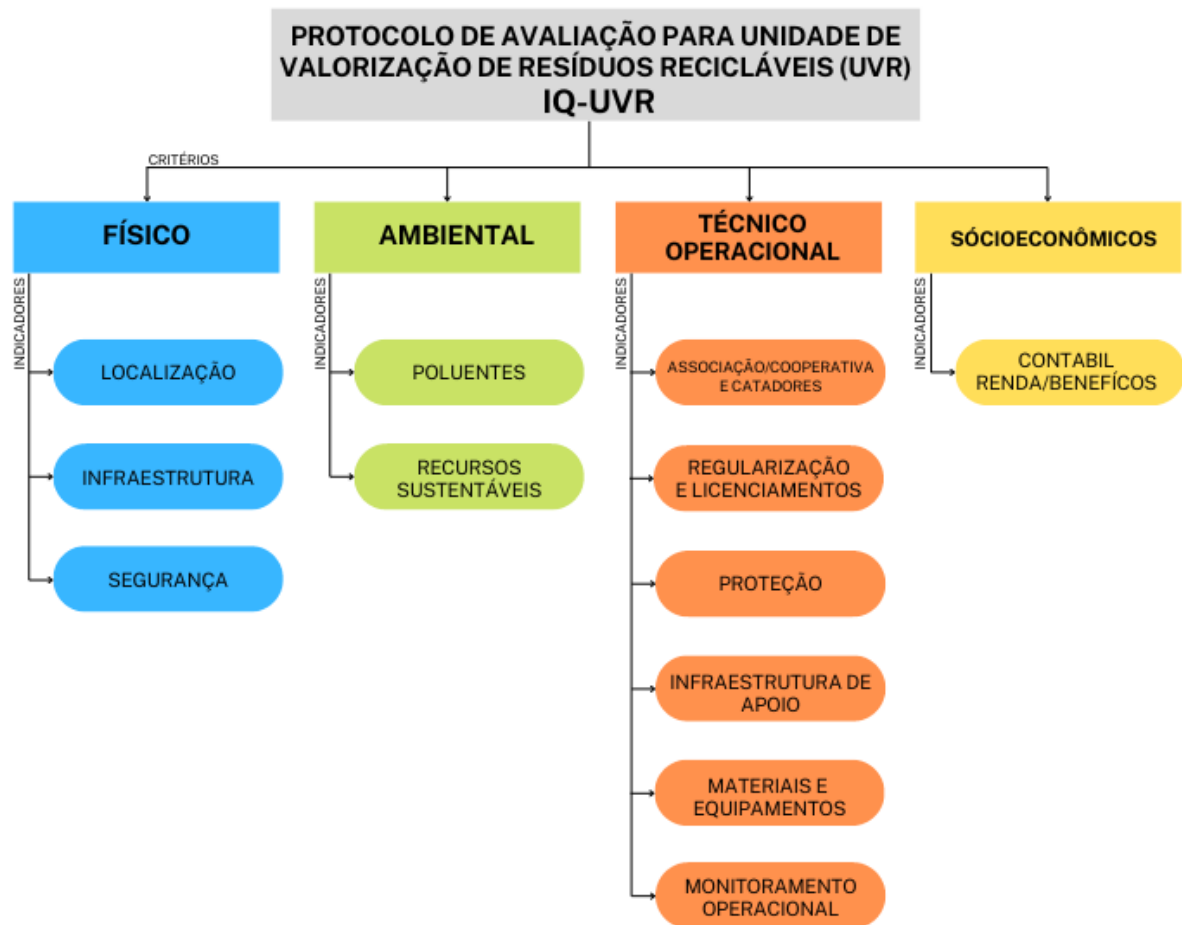
Os indicadores para avaliação da qualidade em Unidades de Valorização de Resíduos (UVRs) foram selecionados por meio de uma extensa pesquisa bibliográfica,

assegurando a aderência às normativas legais vigentes. Esses indicadores são necessários para avaliar os critérios de regularização e licenciamento ambiental, bem como os critérios operacionais, incluindo o monitoramento operacional das UVRs. A importância desses indicadores reside na capacidade de refletir a conformidade com os padrões legais e a eficiência operacional das unidades, garantindo assim a gestão ambiental adequada dos resíduos.

A metodologia empregada para a avaliação desses indicadores baseia-se em modelos já estabelecidos, como o Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR), o Índice de Qualidade de Usinas de Compostagem (IQC) e o Índice de Qualidade de Estações de Transbordo (IQT). Estes índices foram desenvolvidos pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2023) e são reconhecidos por sua robustez e confiabilidade na avaliação da gestão dessas unidades. A aplicação desses índices permite uma análise comparativa e detalhada das UVRs, contribuindo para a melhoria contínua dos processos de tratamento e valorização de resíduos no contexto brasileiro

Adicionalmente foram realizados diálogos informais com especialistas que desempenham papéis-chave no programa de gestão de resíduos da Itaipu Binacional, bem como profissionais técnicos ligados diretamente às UVR's, e que auxiliaram na definição dos indicadores, como por exemplo o de Renda/benefício no critério socioeconômico. Esse indicador visa avaliar o impacto socioeconômico na comunidade local de modo a contribuir para o desenvolvimento econômico sustentável. Além disso, as visitas in loco às UVRs proporcionaram uma valiosa percepção direta de elementos importantes na qualidade dessas unidades. Assim os parâmetros escolhidos formam o físico, ambiental, operacional e socioeconômico, conforme Figura 7.

Figura 7 - Fluxograma para o protocolo IQ-UVR



Fonte: Autoria própria (2024).

Os indicadores para os critérios físicos consistem em: localização, infraestrutura, segurança. A avaliação da localização como critério para unidades de valorização de resíduos envolve a análise da proximidade com as áreas urbanas, proximidade com área de preservação ambiental e a acessibilidade a vias de transporte para entrada e saída de materiais. Uma localização estratégica pode reduzir os custos de transporte e minimizar potenciais impactos negativos nas áreas circunvizinhas.

Já o indicador de infraestrutura abrange a capacidade da unidade de valorização de resíduos em termos de espaço físico, acessibilidade, pátio interno adequado, iluminação e ventilação. O indicador de segurança é importante para a operação de UVRs e engloba o isolamento e controle de acesso, bem como a vigilância da unidade.

O indicar de regularização e licenciamento devem considerar que as instalações devem estar em conformidade com leis ambientais e regulamentos locais, obtendo todas as autorizações e licenças necessárias para operar. Portanto, inclui informações sobre a propriedade da área, restrições documentais, licenciamento ambiental, aprovação do Corpo de Bombeiro Militar e convênios. Isso garante que as atividades estejam de acordo com os padrões ambientais e de saúde pública, evitando possíveis penalidades legais e impactos negativos na comunidade circunvizinha.

Avaliar e atender a esses critérios ambientais é fundamental para garantir que as unidades de valorização de resíduos recicláveis operem de maneira responsável e em conformidade com as metas de proteção ambiental e conservação de recursos. Para os critérios de dimensão ambiental, foram definidos como indicadores os aspectos relativos aos poluentes e a sustentabilidade.

A avaliação dos critérios ambientais relacionados a poluentes concentra-se na minimização dos impactos negativos decorrentes das UVR. Isso inclui a identificação, monitoramento e controle de substâncias químicas, materiais ou produtos resultantes do processamento de resíduos que possam causar poluição do ar, água, solo ou afetar adversamente a saúde humana e o ecossistema. O indicador de sustentabilidade abrange a análise do ciclo de vida completo das operações, envolve a busca por práticas que minimizem a utilização de recursos naturais, maximizem a reutilização e reciclagem de materiais, reduzam a geração de resíduos e promovam a eficiência energética. Para isso, inclui-se ao protocolo informações referentes a captação e reaproveitamento da água pluvial, energias renováveis, iluminação natural, iluminação de alta eficiência e isolamento térmico.

Dentro dos critérios operacionais, estão os indicadores associação/cooperativa e catadores; regularização e licenciamentos; proteção; infraestrutura de apoio; materiais e equipamentos e monitoramento operacional. O indicador associação/cooperativa e catadores busca trazer informações referentes aos colaboradores que trabalham na UVR em forma de associação ou cooperativa, regularização, presença de menores, orientações técnicas e treinamento e capacitação. O treinamento contínuo e a conscientização sobre práticas seguras e sustentáveis são essenciais para garantir a eficiência das operações e a segurança dos funcionários.

A proteção é um indicador central para assegurar a segurança dos trabalhadores, a integridade das operações e a minimização dos riscos. Isso engloba

a implementação de procedimentos de segurança, equipamentos de proteção individual, sistemas de detecção de vazamentos, sistemas de combate a incêndios e outros dispositivos de segurança. A prevenção de acidentes e a resposta eficaz a situações de emergência são componentes críticos da proteção operacional. As instalações devem estar em conformidade com regulamentações de segurança ocupacional, e os funcionários devem receber treinamento adequado para lidar com os processos e equipamentos envolvidos. Além disso, medidas de prevenção de acidentes, incêndios e vazamentos devem ser implementadas para minimizar riscos.

O indicador de infraestrutura de apoio se refere às instalações que sustentam as operações da UVR. Isso inclui setor administrativo, refeitório, vestiários e sanitários. Já o indicador de materiais e equipamentos diz respeito à seleção e manutenção adequada de todos os equipamentos e materiais utilizados nas operações da unidade. Isso inclui maquinário de processamento, sistemas de transporte, ferramentas de manutenção, tecnologias de tratamento de resíduos e outros itens relevantes. A garantia de que esses materiais e equipamentos estejam em bom estado de funcionamento é fundamental para manter a eficiência das operações e evitar interrupções não planejadas.

O último indicador no critério operacional consiste no monitoramento das operações, este considera a transparência da UVR, taxa de rejeito e de reciclagem e o alvará de funcionamento. A conformidade legal é fundamental para evitar litígios, penalidades e impactos negativos na reputação da unidade e da empresa responsável. A consideração e atendimento a esses critérios operacionais são essenciais para garantir que a UVR opere de forma segura, eficiente e sustentável, protegendo tanto os trabalhadores quanto o meio ambiente e garantindo a continuidade das atividades.

De maneira geral os parâmetros protocolares referem-se à conformidade regulatória e ao alinhamento com diretrizes e padrões estabelecidos, incluindo os aspectos legais, licenciamento ambiental, conformidade com normas de segurança e regulamentos específicos da indústria de resíduos.

4.4 Desenvolvimento do modelo de protocolo de Índice de Qualidade de Unidades de Valorização de Resíduos Recicláveis (IQ-UVR) para averiguar a qualidade das UVRs

Um protocolo de avaliação é um conjunto de diretrizes, etapas, critérios e procedimentos estabelecidos para conduzir uma avaliação sistemática e padronizada de um determinado objeto. Esse modelo, denominado como protocolo de Índice de Qualidade de Unidades de Valorização de Resíduos Recicláveis - IQ-UVR, foi elaborado com o intuito de garantir consistência, objetividade e rigor na coleta, análise e interpretação de dados durante a avaliação, sendo útil em contextos em que a tomada de decisão é baseada em evidências e dados concretos.

A criação de um protocolo de avaliação eficaz começa com a definição clara dos objetivos e metas da avaliação. Esta etapa inicial envolve identificar os principais aspectos que precisam ser avaliados e se suma importância o envolvimento de todas as partes interessadas para garantir que os objetivos do protocolo reflitam suas necessidades e expectativas. Após definir os objetivos, o próximo passo é desenvolver critérios e indicadores de avaliação específicos, mensuráveis, alcançáveis, relevantes e temporais (SMART). Esses critérios orientarão a coleta e análise de dados, assegurando que a avaliação seja sistemática e objetiva.

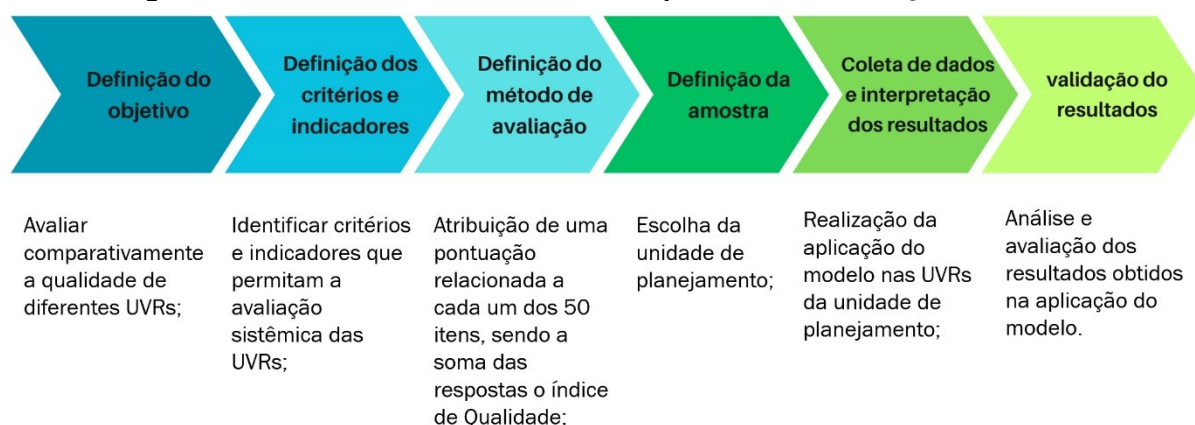
A próxima etapa envolve a seleção dos métodos e instrumentos de coleta de dados. Isso pode incluir questionários, entrevistas, observações e análise documental, dependendo da natureza da avaliação e dos recursos disponíveis. É importante garantir que os métodos escolhidos sejam válidos e confiáveis para obter dados precisos e úteis. Após a coleta de dados, a etapa subsequente é a análise e interpretação dos resultados. Esta fase deve incluir a comparação dos dados coletados com os critérios estabelecidos anteriormente, identificando tendências, padrões e áreas de melhoria. Finalmente, os resultados devem ser comunicados de maneira clara e concisa aos stakeholders, através de relatórios detalhados e apresentações, oferecendo recomendações práticas e baseadas em evidências para futuras ações.

O desenvolvimento do protocolo em questão seguiu os passos apresentados na Figura 8, que compreendem a definição do objetivo do protocolo; definição dos critérios e indicadores; definição do método de avaliação; definição da amostra; coleta

de dados e interpretação dos resultados; e por fim, a validação do modelo de protocolo proposto.

A primeira etapa do desenvolvimento do protocolo IQ-UVR consistiu na definição de seu objetivo, de modo a descrever o propósito da avaliação. Assim, neste protocolo o objetivo é avaliar comparativamente o desempenho de diferentes UVRs, e acompanhar sua evolução temporal futuramente. Sequencialmente foi necessário definir os critérios e seus indicadores, que são utilizados para avaliar o objeto em questão, as UVRs. Os critérios escolhidos foram: físicos, ambientais, operacionais e socioeconômicos.

Figura 8 – Desenvolvimento do modelo de protocolo de avaliação IQ-UVR



Fonte: Autoria própria (2024).

É importante ressaltar que a consideração destes critérios foi feita de maneira integrada, buscando um equilíbrio entre eles para garantir a eficiência, segurança e sustentabilidade das unidades de valorização de resíduos recicláveis. Para tanto, é definiu-se os indicadores que englobam cada um dos critérios e permite avaliar as UVR de maneira sistêmica e assertiva.

Na sequência, identificou-se os subitens que auxiliam na interpretação da situação das unidades avaliadas para cada indicador definido. Estes subitens são avaliados e mensurados isoladamente, para compor o índice final de qualidade da UVR. Desta forma, a terceira etapa para o desenvolvimento do protocolo foi iniciada, definindo-se o método de avaliação dos critérios e indicadores.

O cumprimento eficiente dos itens que descrevem os indicadores escolhidos permite aumentar a qualidade dos serviços prestados pelas unidades de valorização. Portanto, ao responder positivamente a descrição a pontuação 1 deve ser atribuída,

caso contrário, a pontuação será nula. Desta forma, todas as respostas são somadas e formam um índice único que permite avaliar o desempenho geral da UVR, que pode variar de excelente à ruim.

A metodologia para avaliação das UVRs consiste em identificar a presença de cada indicador e seu grau de implicância nas unidades, por meio de uma abordagem quantitativa e qualitativa. Para viabilizar a avaliação e interpretação dos resultados, o protocolo foi desenvolvido com o Excel® e seguido o fluxograma já apresentado na Figura 6.

O protocolo contém a identificação da UVR e avaliador, legendas, a mensuração quantitativa dos resultados da avaliação dos subitens que compõem os indicadores de cada parâmetro, bem como o resultado final, que possibilita avaliar o desempenho da unidade avaliada. A proposta consiste em dividir a mensuração dos índices por critério avaliado, sequencialmente seus indicadores, os subitens que compõem os indicadores, a descrição de cada subitem, a pontuação referente a resposta escolhida, e por fim, a pontuação acumulada.

O procedimento para a coleta de dados centra-se em preencher o protocolo de avaliação, quanto a situação atual da UVR em relação a cada subitem que compõe os indicadores dos parâmetros definidos. Após o preenchimento, a pontuação acumulada permitirá avaliar o desempenho da UVR analisada conforme os parâmetros.

Com a proposta de protocolo desenvolvida, o próximo passo consistiu na definição da amostra para realizar o teste da ferramenta proposta. A amostra consiste nas UVR's presentes nos Municípios lindeiros ao lago de Itaipu, da Bacia do Paraná III, municípios esses integrantes do programa de gestão de resíduos da Itaipu Binacional, são eles: Cascavel, Céu Azul, Diamante do Oeste, Entre Rios do Oeste, Foz do Iguaçu, Guaíra, Itaipulândia, Marechal Cândido Rondon, Maripá, Matelândia, Medianeira, Mercedes, Missal, Nova Santa Rosa, Ouro verde do Oeste, Pato Bragado, Quatro Pontes, Ramilândia, Santa Helena, Santa Tereza do Oeste, Santa Terezinha de Itaipu, São José das Palmeiras, São Miguel do Iguaçu, São Pedro do Iguaçu, Serranópolis do Iguaçu, Terra Roxa, Toledo, Tupãssi e Vera Cruz do Oeste. Sendo que a cidade de Cascavel conta com 06 UVR's distribuídas pelo município, sendo denominadas Ecopontos, são elas: Ecoponto Manaus, ecoponto Santa Cruz, ecoponto Cascavel velho, ecoponto melissa, ecoponto Brasília e ecoponto Quebec.

Os dados foram coletados através de avaliações *in loco*, com auxílio dos profissionais das UVRs e preenchimento do protocolo proposto. O preenchimento das informações disponíveis no protocolo gera um Índice de Qualidade, de acordo com a pontuação obtida, que classifica a UVR. Esse índice de qualidade pode ser utilizado para incentivar melhorias contínuas nas UVRs, promovendo a busca por práticas mais sustentáveis e eficazes na gestão de resíduos.

A última etapa desta pesquisa consistiu em determinar a usabilidade desta ferramenta pelos gestores e *stakeholders* das UVRs da unidade de planejamento. Esse processo envolveu uma análise detalhada da interação dos usuários com a ferramenta, observando como ela se integra a gestão da unidade e na tomada de decisões estratégicas. Além disso, foi avaliada a facilidade de uso e a curva de aprendizado associada à implementação da ferramenta. A participação ativa dos atores foi importante para identificar pontos fortes e áreas que necessitam de melhorias, garantindo que a ferramenta atenda às necessidades específicas das UVRs e contribua para uma gestão mais eficiente e eficaz.

Paralelamente, a confiabilidade dos resultados gerados pela ferramenta foi rigorosamente avaliada. Isso foi feito mediante a análise dos dados obtidos através do protocolo proposto, comparando-os com métricas e padrões estabelecidos previamente. A avaliação dos resultados permitiu verificar a precisão e a consistência das informações fornecidas pela ferramenta, assegurando que as orientações para a melhoria das unidades em análise sejam baseadas em dados confiáveis e relevantes. Dessa forma, a pesquisa não só comprovou a usabilidade da ferramenta, mas também reforçou sua importância como um recurso valioso para promover práticas mais sustentáveis e eficazes na gestão de resíduos nas UVRs.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Parâmetros de caracterização das Unidades de Valorização de Resíduos Recicláveis (UVRs) selecionados

A proposta para o protocolo de avaliação de UVRs considera indicadores para cada critério avaliado, que são divididos em sub-itens, conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Critérios, indicadores e itens do protocolo IQ-UVR

Critérios	Indicadores	Itens
Físico	Localização	Uso e ocupação do solo
		Área de Preservação Ambiental (APP)
		Via de acesso adequado
	Infraestrutura	Espaço físico adequado
		Acessibilidade
		Pátio interno adequado
		Iluminação
		Ventilação
	Segurança	Isolamento e controle de acesso
		Vigilância
Ambiental	Poluentes	Presença excessiva de odores
		Presença de vetores
		Acumulo de rejeitos
		Presença de resíduos perigosos
		Presença de chorume
	Sustentabilidade	Captação e reaproveitamento água pluvial
		Energias renováveis
		Iluminação natural
		Iluminação de alta eficiência
		Isolamento térmico
Técnico Operacional	Associação/cooperativa e catadores	Produtividade
		Associação/cooperativa
		Regularização associação/cooperativa
		Presença de menores
		Orientação técnica
		Treinamento e capacitação
		Inclusão de catadores autônomos
	Regularização e licenciamentos	Propriedade da área
		Alvará de funcionamento
		Restrições documentais
		Licenciamento ambiental
		Aprovação CBM

Fonte: Autoria própria (2024).

Quadro 1A – Critérios, indicadores e itens do protocolo IQ-UVR (continuação)

Critérios	Indicadores	itens
Técnico Operacional	Proteção	Parametros de insalubridade
		Uniformização
		Equipamentos de Proteção Individual (EPI's)
		Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC's)
	Infraestrutura de apoio	Setor administrativo
		Refeitório, copa ou cozinha
		Sanitários/vestiários
	Materiais e equipamentos	Materiais de expediente
		Equipamentos necessários
		Conservação dos equipamentos
	Monitoramento operacional	Transparência da UVR
		Taxa de rejeito e de reciclagem
		Monitoramento da assiduidade
Sócioeconômicos	Contábil/Renda/Benefícios	Contabilidade e controle das nfs
		Renda adequada
		Convênios
		Apoio a qualificação
		Seguro de vida

Fonte: Autoria própria (2024).

Os parâmetros físicos se concentram nas características geográficas da localização da UVR. Isso inclui os aspectos de localização, infraestrutura e segurança. Para o indicador localização, são avaliados o uso e ocupação do solo, área de preservação ambiental (APP) e via de acesso adequado. No indicador infraestrutura consideram-se a adequação do espaço físico, a acessibilidade, pátio interno adequado, iluminação e ventilação. Já para a segurança, avalia-se o isolamento e controle de acesso e a vigilância da UVR. Avaliar esses parâmetros auxilia na identificação de medidas de mitigação apropriadas e garante que a UVR opere de maneira ética, transparente e em conformidade com as regras e regulamentos.

A dimensão ambiental reflete a qualidade do ambiente natural e o impacto das atividades humanas na região, bem como na compreensão dos potenciais impactos das operações. Para isso se fez necessário incluir os indicadores poluição e sustentabilidade, no primeiro são elencados a presença excessiva de odores, presença de vetores, acúmulo de rejeitos, presença de resíduos perigosos e a presença de chorume. O indicador sustentabilidade é avaliado através dos subitens de captação e reaproveitamento da água pluvial, energias renováveis, iluminação

natural, iluminação de alta eficiência e isolamento térmico. Juntos, estes fatores ajudam a orientar a tomada de decisões em relação ao desenvolvimento e manejo da região, buscando um equilíbrio entre o crescimento econômico e a conservação ambiental.

O parâmetro técnico operacional envolve aspectos práticos e técnicos que devem ser considerados para garantir que a UVR atinja seus objetivos e funcione de maneira adequada. Nele são considerados os indicadores associação/cooperativa e catadores, regularização e licenciamentos, proteção, infraestrutura de apoio, materiais e equipamentos, e monitoramento operacional. Para o indicador associação/cooperativa e catadores, os subitens avaliados consistem na produtividade, associação/cooperativa, regularização, presença de menores, orientação técnica, treinamento e capacitação e a inclusão de catadores autônomos. Já para o indicador regularização e licenciamentos são considerados a propriedade da área, alvará de funcionamento, restrições documentais, licenciamento ambiental e aprovação do corpo de bombeiro militar. O indicador proteção inclui os parâmetros de insalubridade, uniformização, equipamentos de proteção individual e equipamentos de proteção coletiva.

O indicador infraestrutura de apoio, ainda no critério técnico operacional, inclui o setor administrativo, refeitório, copa ou cozinha e sanitários/vestiários. O indicador materiais e equipamentos considera materiais de expediente, os equipamentos necessários e a conservação dos equipamentos. Por fim, o indicador monitoramento operacional abrange a transparência da UVR, taxa de rejeito de reciclagem e monitoramento da assiduidade.

O critério socioeconômico engloba os indicadores contábil, renda e benefícios da mão de obra da unidade. Para isso, são considerados a contabilidade e controle das notas fiscais, a renda adequada, convênios, apoio a qualificação e seguro de vida. Esta avaliação garante a transparência e conformidade financeira, enquanto a garantia de uma renda adequada e benefícios como convênios, já o apoio à qualificação e seguro de vida demonstram o compromisso da unidade com o bem-estar e a segurança de seus trabalhadores.

5.2 Modelo de protocolo de Índice de Qualidade de Unidades de Valorização de Resíduos Recicláveis (IQ-UVR) para avaliação da qualidade das unidades

Os esforços desta pesquisa levaram a construção do protocolo, para avaliação da qualidade das UVRs, através do Excel®. Este protocolo, denominado como IQ-UVR, na parte superior contém dados que identificam a UVR. Os dados solicitados são: município, coordenada/localização, identificação da UVR, avaliador, representante ano de aplicação, conforme Figura 9.

Figura 9 – Quadro de dados de identificação da UVR

IQ-UVR - PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO PARA UNIDADE DE VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS (UVR)			
Município:			Ano: 2024
Coordenada/localização:		Identificação da UVR:	Avaliador:
		Representante:	

Fonte: Autoria própria (2024).

Após são apresentados os critérios a serem avaliados, sequencialmente seus indicadores, os itens que os compõem, a descrição de cada subitem, a pontuação referente a resposta escolhida, e por fim, a acumulada no critério avaliado (Figura 10).

Figura 10 - Apresentação dos critérios e indicadores a serem avaliados pelo modelo de protocolo IQ-UVR

							Preencher:	
Critérios	Indicadores	Nº	Itens	Descrição	Sim	Não	Pontos	Acumulado
FÍSICO	A	1	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	A localização da UVR está de acordo com a legislação municipal de uso e ocupação do solo?	1	0	0	0,00
		2	ÁREA DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL (APP)	A UVR não está localizada em área de área de preservação permanente (APP)?	1	0	0	
		3	VIA DE ACESSO ADEQUADO	A UVR conta com via de acesso ao terreno da UVR pavimentado e sinalizado?	1	0	0	
	B	4	ESPAÇO FÍSICO ADEQUADO	A UVR apresenta um espaço interno adequado para o manejo, triagem e armazenamento dos resíduos?	1	0	0	
		5	ACESSIBILIDADE	A UVR apresenta acessibilidade no espaço de trabalho para P.c.D.(Pessoa com deficiência) - Ex: Sanitário adaptado, circulação adequada, sinalização podotátil conforme NBR9050:2020	1	0	0	
		6	PÁTIO INTERNO ADEQUADO	A UVR conta com pátio interno adequado à manobra de caminhões, circulação e estacionamento de veículos?	1	0	0	
		7	ILUMINAÇÃO	Há iluminação adequada no espaço de triagem? (análise visual)	1	0	0	
		8	VENTILAÇÃO	Há presença de sistemas de ventilação (janelas, exaustores, sistema de insuflamento)?	1	0	0	
	C	9	ISOLAMENTO E CONTROLE DE ACESSO	A UVR conta com algum tipo de isolamento (muro e cercamento) e ou controle de acesso (guarita)?	1	0	0	
		10	VIGILÂNCIA	A UVR contém sistemas de segurança (câmeras, alarme ou vigilante)?	1	0	0	

Fonte: Autoria própria (2024).

O índice de qualidade é resultado da pontuação atingida pela UVR, essa pontuação é resultado do somatório de todas as pontuações obtidas através das respostas às perguntas que descrevem cada subitem dos indicadores. Esses indicadores compõem os critérios do protocolo desenvolvido.

A pontuação para cada subitem pode ser de 1 ou 0, sendo o cenário otimista atrelado a pontuação 1 e o cenário pessimista a ausência de pontos. Conforme apresenta-se na Figura 11, que neste exemplo corresponde a descrição dos subitens do critério físico, a coluna cinzenta deve ser preenchida pelo avaliador durante a aplicação do protocolo.

Figura 11 - Apresentação da descrição dos subitens do modelo de protocolo IQ-UVR

Descrição	Sim	Não	Pontos	Acumulado
A localização da UVR está de acordo com a legislação municipal de uso e ocupação do solo?	1	0	0	0,00
A UVR não está localizada em área de preservação permanente (APP)?	1	0	0	
A UVR conta com via de acesso ao terreno da UVR pavimentado e sinalizado?	1	0	0	
A UVR apresenta um espaço interno adequado para o manejo, triagem e armazenamento dos resíduos?	1	0	0	
A UVR apresenta acessibilidade no espaço de trabalho para P.c.D.(Pessoa com deficiência) - Ex: Sanitário adaptado, circulação adequada, sinalização podotátil conforme NBR9050:2020	1	0	0	
A UVR conta com pátio interno adequado à manobra de caminhões, circulação e estacionamento de veículos?	1	0	0	
Há iluminação adequada no espaço de triagem? (análise visual)	1	0	0	
Há presença de sistemas de ventilação (janelas, exaustores, sistema de insuflamento)?	1	0	0	
A UVR conta com algum tipo de isolamento (muro e cercamento) e ou controle de acesso (guarita)?	1	0	0	
A UVR contém sistemas de segurança (câmeras, alarme ou viligante)?	1	0	0	

Fonte: Autoria própria (2024).

Todos os critérios são apresentados no mesmo formato, e ao final a pontuação acumulada é somada e gera a pontuação total. No protocolo proposto, essa

pontuação total é o Índice de Qualidade da UVR (IQ-UVR) e remete a classificação de qualidade da unidade e varia de 0 a 50 pontos. A pontuação foi igualmente distribuída em quatro classificações: excelente, bom, insuficiente e ruim. A classificação para excelente se dá para a pontuação entre 38 e 50 pontos, a pontuação entre 26 e 37 pontos classifica como Bom, entre 13 e 25 pontos classifica como insuficiente, e por fim, pontuação entre 0 e 12 resulta em um índice de qualidade ruim para a UVR avaliada (Figura 12).

Figura 12 - Classificação da UVR quanto ao Índice de Qualidade

TABELA DE CLASSIFICAÇÃO		PONTUAÇÃO
38 a 50 pontos	EXCELENTE	0,0
26 a 37 pontos	BOM	
13 a 25 pontos	INSUFICIENTE	
0 a 12 pontos	RUIM	

Fonte: Autoria própria (2024).

A composição obtida através da junção do quadro de dados de identificação da UVR, dos quadros que representam os critérios Físico, Ambiental, Técnico operacional e Sócioeconômico, seus respectivos indicadores, itens de subitens e a tabela de classificação formam de maneira geral o protocolo proposto, o mesmo é apresentado na Figura 13, Figura 13A e Figura 13B.

Figura 13 - Visão geral do protocolo IQ-UVR: Parte 1 - critérios físico e ambiental

IQ-UVR - PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO PARA UNIDADE DE VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS (UVR)												
Município:								Ano: 2024				
Coordenada/localização:		Identificação da UVR:		Avaliador:								
		Representante:										
								Preencher:				
Critérios		Indicadores		Nº	Itens		Descrição		Sim	Não	Pontos	Acumulado
FÍSICO	A	LOCALIZAÇÃO	1	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO		A localização da UVR está de acordo com a legislação municipal de uso e ocupação do solo?		1	0	0	0,00	
			2	ÁREA DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL (APP)		A UVR não está localizada em área de área de preservação permanente (APP)?		1	0	0		
			3	VIA DE ACESSO ADEQUADO		A UVR conta com via de acesso ao terreno da UVR pavimentado e sinalizado?		1	0	0		
	B	INFRAESTRUTURA	4	ESPAÇO FÍSICO ADEQUADO		A UVR apresenta um espaço interno adequado para o manejo, triagem e armazenamento dos resíduos?		1	0	0		
			5	ACESSIBILIDADE		A UVR apresenta acessibilidade no espaço de trabalho para P.c.D.(Pessoa com deficiência) - Ex: Sanitário adaptado, circulação adequada, sinalização podotátil conforme NBR9050:2020		1	0	0		
			6	PÁTIO INTERNO ADEQUADO		A UVR conta com pátio interno adequado à manobra de caminhões, circulação e estacionamento de veículos?		1	0	0		
			7	ILUMINAÇÃO		Há iluminação adequada no espaço de triagem? (análise visual)		1	0	0		
			8	VENTILAÇÃO		Há presença de sistemas de ventilação (janelas, exaustores,sistema de insuflamento)?		1	0	0		
	C	SEGURANÇA	9	ISOLAMENTO E CONTROLE DE ACESSO		A UVR conta com algum tipo de isolamento (muro e cercamento) e ou controle de acesso (guarita)?		1	0	0		
			10	VIGILÂNCIA		A UVR contém sistemas de segurança (câmeras, alarme ou viligante)?		1	0	0		
AMBIENTAL	D	POLUENTES	11	PRESENÇA EXCESSIVA DE ODORES		Há presença excessiva de odores?		0	1	0	0,00	
			12	PRESENÇA DE VETORES		Há presença de vetores como moscas, insetos, aves e pequenos animais?		0	1	0		
			13	ACUMULO DE REJEITOS		Existe acúmulo de rejeitos no espaço interno ou externo da UVR ?		0	1	0		
			14	PRESENÇA DE RESÍDUOS PERIGOSOS		Na UVR há a presença ou estocagem de resíduos perigosos nocivos a saúde e/ou meio ambiente - Ex: resto de tintas, diluentes, combustíveis, ácidos e etc.)?		0	1	0		
			15	PRESENÇA DE CHORUME		Na UVR há a presença chorume?		0	1	0		
	E	SUSTENTABILIDADE	16	CAPTAÇÃO E REAPROVEITAMENTO ÁGUA PLUVIAL		A UVR dispõe de sistema de captação e reaproveitamento da água pluvial?		1	0	0		
			17	ENERGIAS RENOVÁVEIS		A UVR dispõem de sistemas de energia renováveis tais como sistema fotovoltaico ou sistema eólico?		1	0	0		
			18	ILUMINAÇÃO NATURAL		A UVR conta com sistema de aproveitamento de luz natural tais como telhas translúcidas, poço de luz, clarabóias?		1	0	0		
			19	ILUMINAÇÃO DE ALTA EFICIÊNCIA		A UVR apresenta sistema de iluminação de alta eficiência como LED e sensores de presença?		1	0	0		
			20	ISOLAMENTO TÉRMICO		A UVR apresenta algum sistema de isolamento térmico ou acústico?		1	0	0		

Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 13A - Visão geral do protocolo IQ-UVR: Parte 2 - critério técnico operacional

TÉCNICO OPERACIONAL	F	ASSOCIAÇÃO/COOPERATIVA E CATADORES	21	PRODUTIVIDADE	A UVR está sendo produtiva? (Considerar como referência 2.000 kg por catador).	1	0	0	0,00
			22	ASSOCIAÇÃO/COOPERATIVA	Os catadores que trabalham na UVR estão organizados por meio de associação ou cooperativa?	1	0	0	
			23	REGULARIZAÇÃO ASSOCIAÇÃO/COOPERATIVA	A associação ou cooperativa atuante na UVR conta com estatuto social, regimento interno e ata de diretoria?	1	0	0	
			24	PRESENÇA DE MENORES	Há presença de menores trabalhando na UVR?	0	1	0	
			25	ORIENTAÇÃO TÉCNICA	A UVR conta com orientação técnica profissional (Ex: técnico, tecnólogo ou Engenheiro)?	1	0	0	
			26	TREINAMENTO E CAPACITAÇÃO	Os catadores da UVR contam com treinamento e capacitação semestral ou anual?	1	0	0	
			27	INCLUSÃO DE CATADORES AUTÔNOMOS	A associação/cooperativa atuante na unidade conta com programa de inclusão de catadores autônomos?	1	0	0	
	G	REGULARIZAÇÃO E LICENCIAMENTOS	28	PROPRIEDADE DA ÁREA	A área destinada a UVR apresenta documentação comprobatória de propriedade (matrícula, escritura) e a área destinada a UVR não apresenta nenhuma restrição documental ou judicial?	1	0	0	
			29	ALVARÁ DE FUNCIONAMENTO	A UVR conta com alvará de funcionamento?	1	0	0	
			30	RESTRIÇÕES DOCUMENTAIS	A associação ou cooperativa tem sessão de uso do barracão e equipamentos?	1	0	0	
			31	LICENCIAMENTO AMBIENTAL	A UVR apresenta licenciamento ambiental?	1	0	0	
			32	APROVAÇÃO CBM	A UVR apresenta licenciamento junto ao Corpo de bombeiros militar?	1	0	0	
	H	PROTEÇÃO	33	PARAMETROS DE INSALUBRIDADE	A UVR apresenta algum parâmetro de insalubridade como umidade, calor excessivo, ruídos acima do recomendado, vibrações excessivas ou problemas ergonômicos?	0	1	0	
			34	UNIFORMIZAÇÃO	Os colaboradores encontram-se uniformizados?	1	0	0	
			35	EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI's)	Os catadores encontram-se com os equipamentos de proteção individual necessários? (Ex: luvas, avental, óculos de proteção e botas?)	1	0	0	
			36	EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO COLETIVA (EPC's)	A UVR apresenta equipamentos de proteção coletivos (extintores, placas de aviso, sinalização nos equipamentos?)	1	0	0	
	I	INFRAESTRUTURA DE APOIO	37	SETOR ADMINISTRATIVO	A UVR contém um setor administrativo?	1	0	0	
			38	REFEITÓRIO, COPA OU COZINHA	A UVR conta com espaço destinado a refeitório, copa ou cozinha?	1	0	0	
			39	SANITÁRIOS/VESTIÁRIOS	A UVR conta com sanitários e vestiários masculino e feminino?	1	0	0	
	J	MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	40	MATERIAIS DE EXPEDIENTE	A UVR dispõe de materiais de expediente para uso diário?	1	0	0	
			41	EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS	A UVR conta com quantidade suficiente de equipamentos necessários para a triagem e armazenagem dos resíduos (esteira, prensa, balança, empilhadeira, elevador de fardos, carrinho de movimentação de fardos)?	1	0	0	
			42	CONSERVAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS	Os equipamentos encontram-se em bom estado de conservação?	1	0	0	
	K	MONITORAMENTO OPERACIONAL	43	TRANSPARÊNCIA DA UVR	Os resultados estão sendo repassados aos associados ou cooperados de forma coerente?	1	0	0	
			44	TAXA DE REJEITO E DE RECICLAGEM	A taxa de rejeitos recebidos pela UVR é menor que 30%? Conhece ou monitora a taxa de rejeitos e índices de reciclagem?	1	0	0	
			45	MONITORAMENTO DA ASSIDUIDADE	A UVR conta com monitoramento da assiduidade dos catadores?	1	0	0	

Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 13B - Visão geral do protocolo IQ-UVR: Parte 3 – Critério socioeconômico e tabela de classificação

SÓCIOECONÔMICOS	L	CONTABIL/RENDA/BENEFÍCIOS	46	CONTABILIDADE E CONTROLE DAS NFS	A associação conta com apoio contábil e controle das notas fiscais?	1	0	0	0,00
			47	RENDA ADEQUADA	Os catadores recebem valor maior ou igual a 01 salário mínimo?	1	0	0	
			48	CONVÊNIOS	A UVR conta com algum convênio, contrato de prestação de serviço ou contrato de logística reversa?	1	0	0	
			49	APOIO A QUALIFICAÇÃO	Os catadores tem acesso a algum tipo de apoio ao ensino ou qualificação profissional?	1	0	0	
			50	SEGURO DE VIDA	Os catadores contam com seguro de vida?	1	0	0	
			PONTUAÇÃO TOTAL						0.00

TABELA DE CLASSIFICAÇÃO			PONTUAÇÃO
38 a 50 pontos	EXCELENTE	0,0	
26 a 37 pontos	BOM		
13 a 25 pontos	INSUFICIENTE		
0 a 12 pontos	RUIM		

Fonte: Autoria própria (2024).

5.3 Modelo aplicado às UVRs do Oeste Paranaense

A aplicação do protocolo IQ-UVR foi realizada nas 34 unidades localizadas nos 28 municípios (visto que Cascavel apresenta 06 unidades denominadas ecopontos) do oeste do Paraná, pertencentes a bacia do Paraná III. Essa aplicação foi realizada parte pelos autores, parte pelos técnicos pertencentes ao programa GRS da Itaipu, através de visitas em cada unidade individualmente. Essa aplicação forneceu dados quantitativos que permitiram uma avaliação abrangente e detalhada da qualidade das UVRs na região. A Tabela 1 oferece as pontuações obtidas pelas UVRs que compõe a unidade de planejamento.

Tabela 1 – Resultados gerais da aplicação do protocolo IQ-UVR

UVR´s Municípios	Critérios				Pontuação	Classificação
	Físico	Ambiental	Técnico Operacional	Sócioeconômico		
UVR 01	10,0	10,0	24,0	4,0	48,0	Excelente
UVR 02	10,0	9,0	24,0	5,0	48,0	Excelente
UVR 03	10,0	7,0	24,0	5,0	46,0	Excelente
UVR 04	9,0	8,0	25,0	3,0	45,0	Excelente
UVR 05	10,0	7,0	23,0	3,0	43,0	Excelente
UVR 06	10,0	5,0	23,0	4,0	42,0	Excelente
UVR 07	9,0	9,0	20,0	3,0	41,0	Excelente
UVR 08	8,0	7,0	22,0	3,0	40,0	Excelente
UVR 09	7,0	7,0	23,0	3,0	40,0	Excelente
UVR 10	8,0	7,0	21,0	3,0	39,0	Excelente
UVR 11	10,0	5,0	21,0	3,0	39,0	Excelente
UVR 12	9,0	6,0	21,0	3,0	39,0	Excelente
UVR 13	8,0	6,0	22,0	2,0	38,0	Excelente
UVR 14	8,0	7,0	21,0	2,0	38,0	Excelente
UVR 15	7,0	6,0	22,0	3,0	38,0	Excelente
UVR 16	6,0	5,0	23,0	3,0	37,0	Bom
UVR 17	9,0	4,0	22,0	2,0	37,0	Bom
UVR 18	9,0	7,0	18,0	3,0	37,0	Bom
UVR 19	7,0	5,0	21,0	3,0	36,0	Bom
UVR 20	8,0	6,0	20,0	2,0	36,0	Bom
UVR 21	6,0	7,0	20,0	3,0	36,0	Bom
UVR 22	9,0	5,0	18,0	3,0	35,0	Bom
UVR 23	8,0	4,0	20,0	3,0	35,0	Bom
UVR 24	7,0	3,0	21,0	3,0	34,0	Bom
UVR 25	7,0	7,0	17,0	3,0	34,0	Bom
UVR 26	8,0	6,0	17,0	2,0	33,0	Bom
UVR 27	8,0	4,0	19,0	2,0	33,0	Bom
UVR 28	9,0	3,0	18,0	1,0	31,0	Bom
UVR 29	5,0	5,0	19,0	2,0	31,0	Bom
UVR 30	4,0	3,0	20,0	3,0	30,0	Bom
UVR 31	3,0	5,0	19,0	3,0	30,0	Bom
UVR 32	4,0	6,0	17,0	2,0	29,0	Bom
UVR 33	5,0	4,0	16,0	3,0	28,0	Bom
UVR 34	7,0	4,0	15,0	2,0	28,0	Bom

Fonte: Autoria própria (2024).

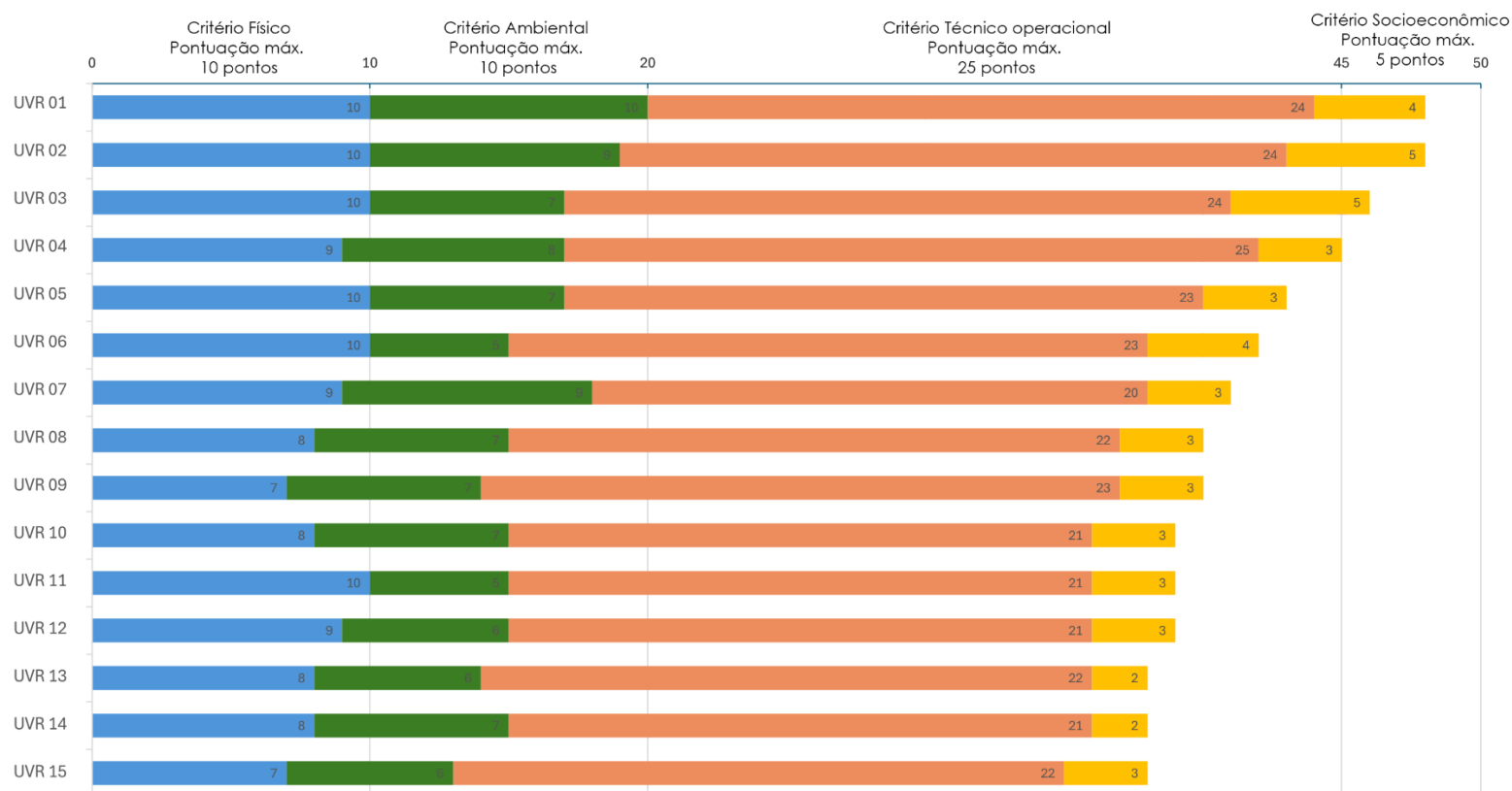
Esta abordagem multidimensional através do IQ-UVR, não só deu uma imagem clara da situação atual, mas também identificou áreas potenciais de melhoria. Ao analisar a eficiência das UVRs sob esses vários critérios e indicadores, foi possível compreender alguns dos desafios e oportunidades enfrentados por essas unidades.

As unidades foram elencadas de 01 a 34 mantendo uma ordem classificatória e suas localizações foram mantidas em sigilo, visando apenas aferir a utilização do IQ-UVR como uma potencial ferramenta de avaliação para os diversos *Stakeholders* envolvidos na gestão de RSU na região da unidade de planejamento.

A análise da Tabela 1 revela uma visão geral do desempenho das unidades de valorização de resíduos (UVRs). A presença dos indicadores apresentados no IQ-UVR, tem um impacto direto na eficiência operacional dessas unidades. Com 44,12% das UVRs alcançando uma classificação excelente, é possível inferir que o modelo de gestão adotado está alinhado com as melhores práticas do setor. No entanto, a existência de unidades demonstram espaço para melhorias, indicando a necessidade de uma revisão estratégica dos processos e políticas em vigor. A adoção de um ciclo de feedback contínuo, onde os dados coletados são sistematicamente analisados e utilizados para informar as decisões de gestão, pode ser um caminho promissor para alcançar a excelência em todas as unidades.

Por outro lado, os resultados excepcionais como da UVR 01 e UVR 02, ambas com 48 pontos, demonstram que é possível atingir altos padrões de qualidade. Estas UVR's podem servir como modelos para outras unidades que buscam melhorar seus índices. A troca de experiências e conhecimentos entre as UVRs, incentivada pelo protocolo, pode facilitar a identificação de práticas eficazes e a sua replicação em outras localidades. Além disso, a integração de novas tecnologias e a capacitação contínua dos colaboradores são elementos chave que podem impulsionar o desempenho das unidades que ainda não atingiram um nível satisfatório de qualidade. Assim, o protocolo proposto não só avalia, mas também inspira uma jornada de aprimoramento contínuo, visando a sustentabilidade e a eficácia a longo prazo das UVRs.

Gráfico 1 – Pontuação das UVRs com IQ-UVR excelente

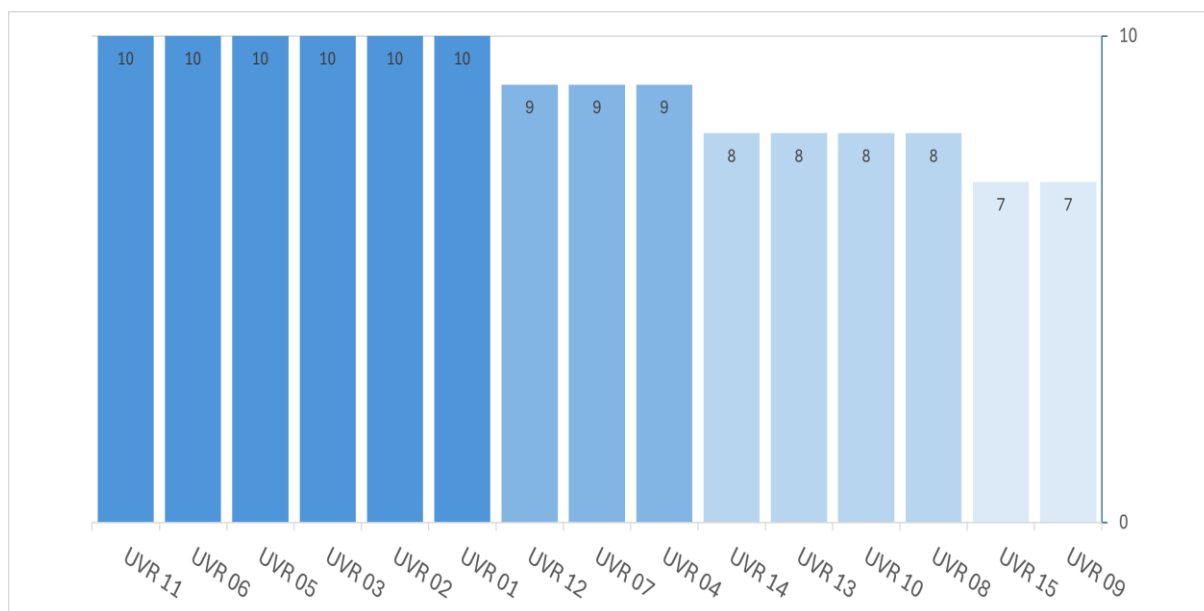


	UVR 15	UVR 14	UVR 13	UVR 12	UVR 11	UVR 10	UVR 09	UVR 08	UVR 07	UVR 06	UVR 05	UVR 04	UVR 03	UVR 02	UVR 01
■ Físico	7	8	8	9	10	8	7	8	9	10	10	9	10	10	10
■ Ambiental	6	7	6	6	5	7	7	7	9	5	7	8	7	9	10
■ Técnico Operacional	22	21	22	21	21	21	23	22	20	23	23	25	24	24	24
■ Socioeconômico	3	2	2	3	3	3	3	3	3	4	3	3	5	5	4
Total	38	38	38	39	39	39	40	40	41	42	43	45	46	48	48

Fonte: Autoria própria (2024).

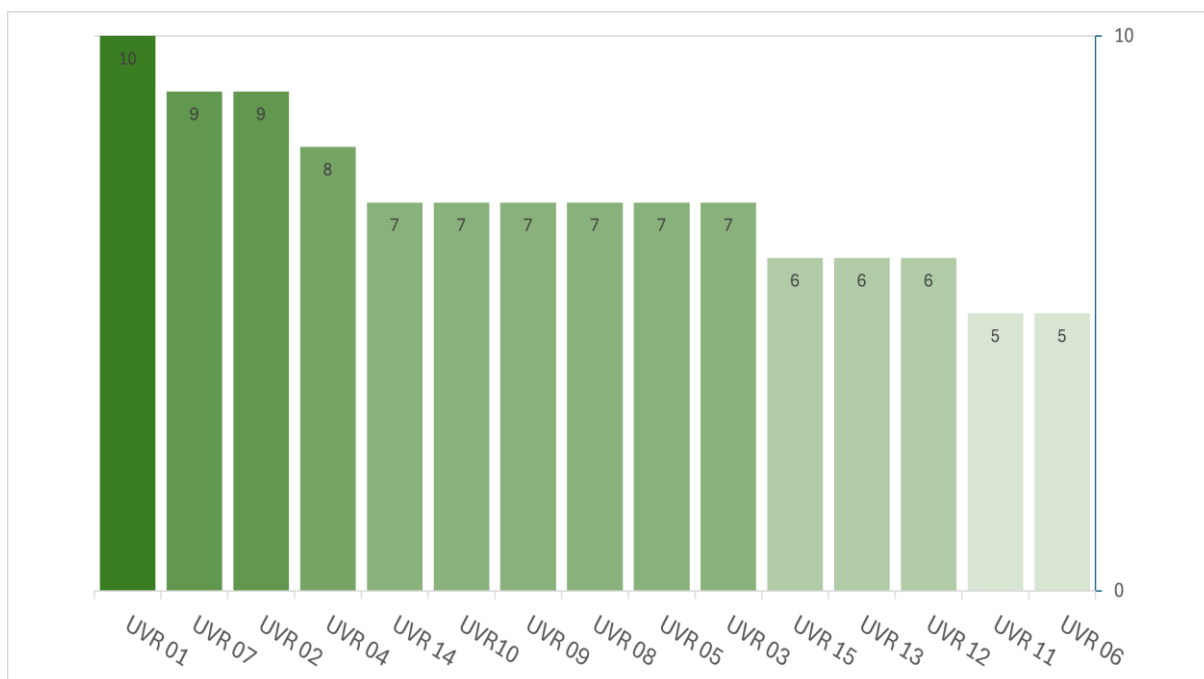
A pontuação atribuída a essas UVRs reflete uma série de fatores positivos em relação aos critérios apresentados. Nos parâmetros físicos, UVR 01, UVR 02, UVR 03, UVR 05, UVR 06 e UVR 11, essas 06 unidades de um total de 15 (40%), alcançaram uma classificação excelente, atingindo a pontuação máxima (10,0 pontos) nesse critério. Enquanto os demais variaram entre 7,0 e 9,0 pontos, conforme apresentado pelo Gráfico 2. A média de pontos atribuída a esse critério foi de 8,87 pontos de 10,0 possíveis, essa pontuação revela infraestruturas robusta e bem-mantida nessas unidades, capaz de lidar eficientemente com os resíduos recicláveis. Nesse critério os itens com maior carência foram: Ventilação (item 8) e vigilância (item 10), apresentando-se como uma referência para possíveis melhorias.

Gráfico 2 – Classificação das UVRs com IQ-UVR Excelente - Critério Físico



Fonte: Autoria própria (2024).

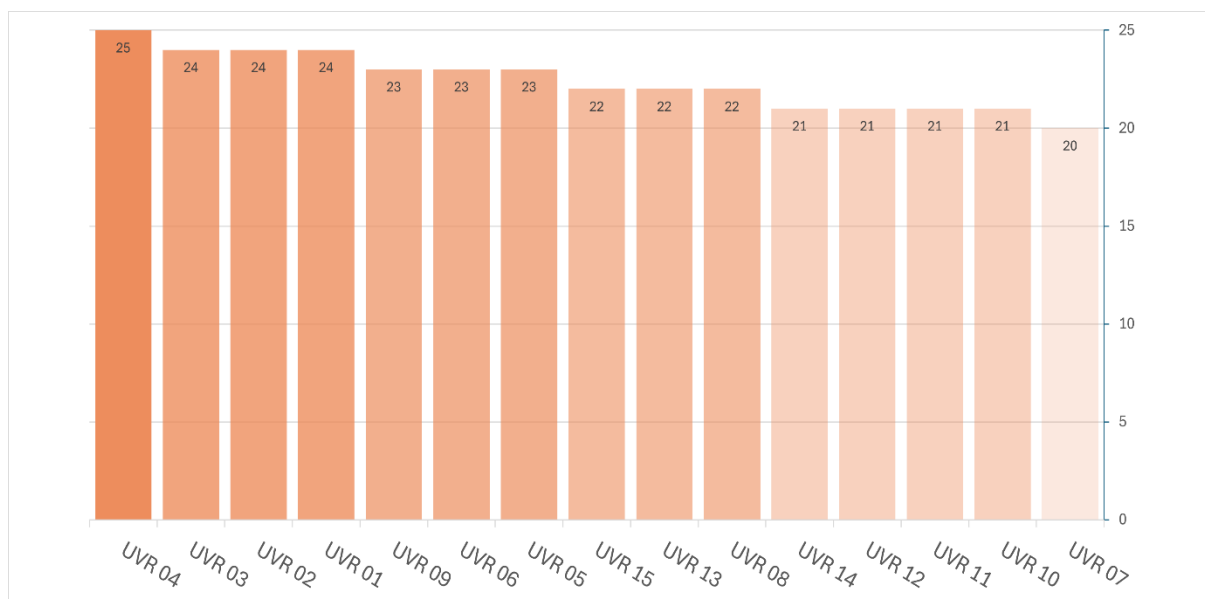
Já quanto ao desempenho ambiental, apenas a UVR 01 (aproximadamente 6,67%), atingiu a pontuação máxima nesse critério (10,0 pontos), enquanto as demais atingiram entre 7,0 e 9,0 pontos. Com uma média de 7,07 pontos de 10,0 possíveis, essas unidades apresentam um desempenho ambiental suficiente, apontando esse critério como uma área que requer mais atenção, com uma potencialidade para futuras melhorias, conforme dados do gráfico 3. Nesse sentido os itens do indicador sustentabilidade - energias renováveis (item 17), Iluminação natural (item 18) e iluminação de alta eficiência (item 19) foram os itens com menor frequência nesse critério, sugerindo um possível ponto para futuros investimentos.

Gráfico 3 – Classificação das UVRs com IQ-UVR Excelente - Critério Ambiental

Fonte: Autoria própria (2024).

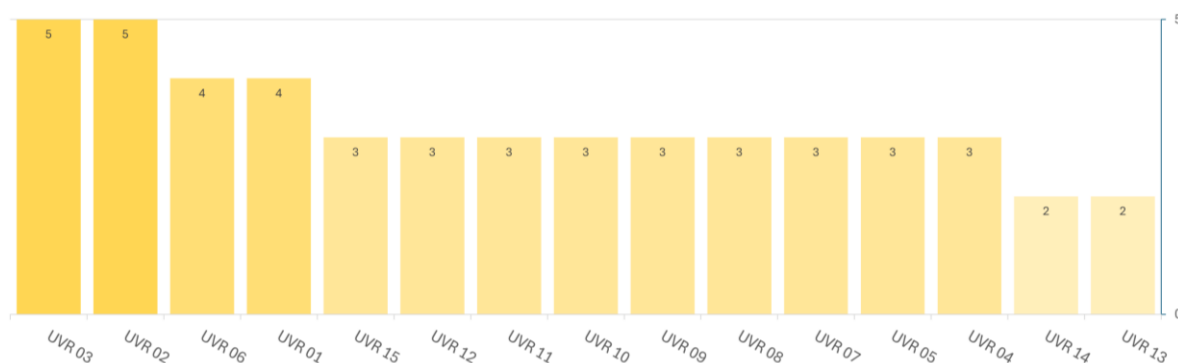
No aspecto técnico-operacional, apenas a UVR 04 atingiu a pontuação máxima (10,0 pontos) nesse critério, seguido das unidades UVR 01, UVR 02 e UVR 03 com 24,0 pontos, conforme observado no Gráfico 4. Com uma média de 22,4 pontos de 25,0 possíveis, essas UVR's demonstram uma alta eficiência em suas operações, possivelmente refletindo investimentos em tecnologia, processo e treinamento de pessoal, por exemplo. Essa eficiência operacional contribui não apenas para a qualidade do serviço prestado, mas também para a otimização dos recursos e a maximização dos resultados, conforme dados apresentados no gráfico 4.

Os itens com mais carência nesse critério foram: Produtividade (item 21), inclusão de catadores autônomos (item 27) e taxa de rejeitos e de reciclagem (item 44).

Gráfico 4 – Classificação das UVRs com IQ-UVR Excelente - Critério Técnico operacional

Fonte: Autoria própria (2024).

Já no critério socioeconômico apenas 02 UVR's obtiveram a pontuação máxima, conforme demonstrado no Gráfico 5, UVR 03 e UVR 02 obtiveram 5,0 dos 5,0 pontos possíveis, essa nota sugere que essas UVRs estão integradas de forma positiva na comunidade, contribuindo para o desenvolvimento local, a geração de empregos e a inclusão social. As demais unidades pontuaram de 2,0 a 4,0 pontos, essa ampla variação demonstra a potencialidade de melhoria para esse quesito. Os itens renda adequada (item 47), apoio a qualificação (item 49) e seguro de vida (item 50) tiveram maior carência nas unidades de classificação excelente no critério socioeconômico.

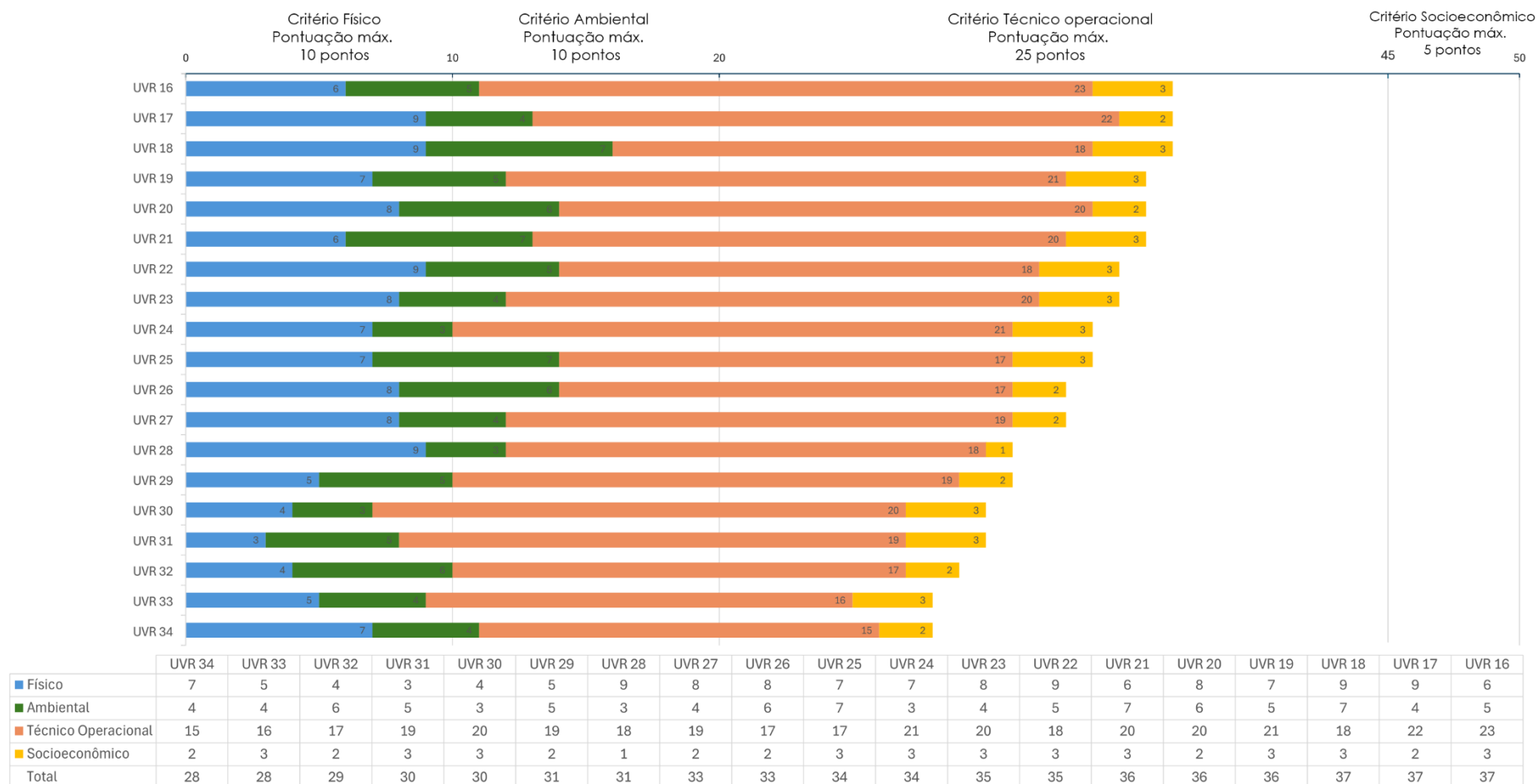
Gráfico 5 – Classificação das UVRs com IQ-UVR Excelente - Critério Sócioeconômico

Fonte: Autoria própria (2024).

A nota máxima sugere que essas UVRs estão integradas de forma positiva na comunidade, contribuindo para o desenvolvimento local, a geração de empregos e a inclusão social. Esses aspectos são essenciais para o sucesso sustentável das UVRs, pois demonstram um impacto positivo não apenas no meio ambiente, mas também na qualidade de vida das pessoas.

No entanto, embora as UVRs destes municípios tenham alcançado uma classificação excelente, ainda há espaço para melhorias. A avaliação periódica e a adaptação às mudanças nas condições ambientais, tecnológicas e sociais são fundamentais para garantir que essas UVRs continuem a operar com eficiência. Além das UVRs que obtiveram uma classificação excelente, outras 19 apresentaram um desempenho classificado como bom, conforme o Gráfico 6.

Gráfico 6 – UVRs com IQ-UVR bom

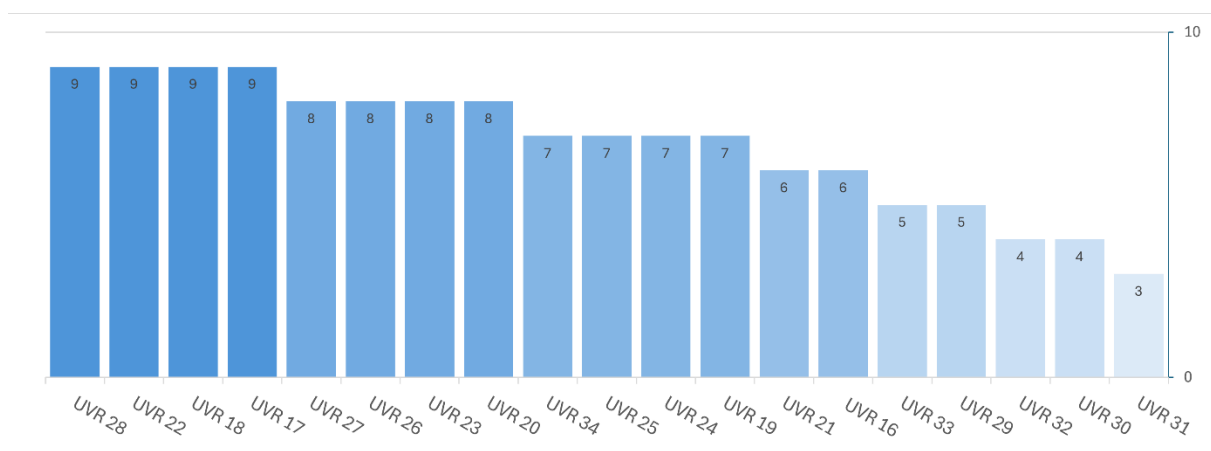


Fonte: Autoria própria (2024).

As cidades com UVRs classificadas com IQ-UVR bom, embora não tenham alcançado a classificação mais alta em nenhum dos critérios, ainda assim demonstraram um compromisso com a gestão de resíduos e uma série de práticas positivas em diferentes áreas.

As maiores pontuações no critério físico foram obtidas pelas cidades de UVR 28, UVR 22, UVR 18 e UVR 17, que obtiveram 9,0 pontos de um total de 10,0, nesse critério de forma geral a pontuação média é de 6,79 pontos dos 10,0 possíveis, conforme Gráfico 7, A baixa pontuações pode refletir problemas como localização inadequada, infraestrutura insuficiente, falhas na segurança e dificuldades na regularização das UVRs, indicando uma necessidade de melhorias para alcançar a eficiência desejada. Nesse critério, os itens com menos frequência foram: acessibilidade (item 5), seguido por vigilância (item 10). Esses item representam um caminho para uma futura intervenção, na busca por melhoria, e evolução dessas unidades.

Gráfico 7 – Classificação das UVRs com IQ-UVR Bom - Critério Físico



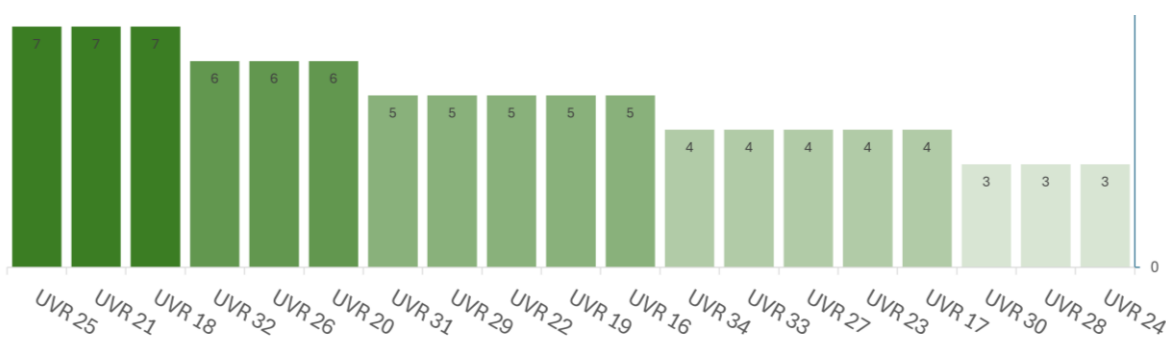
Fonte: Autoria própria (2024).

No critério ambiental, novamente nenhuma das UVR's alcançou a pontuação máxima de 10 pontos possíveis, sendo assim as unidades com melhor rendimento de pontuação foram UVR 25, UVR 21 e UVR 18, todas com 7,0 pontos de um total de 10,0. A média de pontos para esse critério foi de 4,89 pontos de 10,0 possíveis, uma média abaixo dos 50%, algumas das unidades avaliadas registraram uma pontuação muito baixa, apenas 3,0 pontos foram elas UVR 30, UVR 28 e UVR 24, conforme Gráfico 8. Isso pode refletir deficiências na preservação ambiental e no controle dos

impactos negativos das UVRs, indicando a necessidade de melhorias substanciais para atender aos padrões ambientais desejados.

Os itens do indicador sustentabilidade: energias renováveis (item 17), iluminação natural (item 18), iluminação de alta eficiência (item 19) e isolamento térmico (item 20) foram pontos com mais carência nesse critério, esse indicador se apresenta como uma ponto crítico e requer investimentos imediatos nessas unidades, já que também mostrou-se problemático nas unidades que obtiveram classificação excelente.

Gráfico 8 – Classificação das UVRs com IQ-UVR Bom - Critério Ambiental

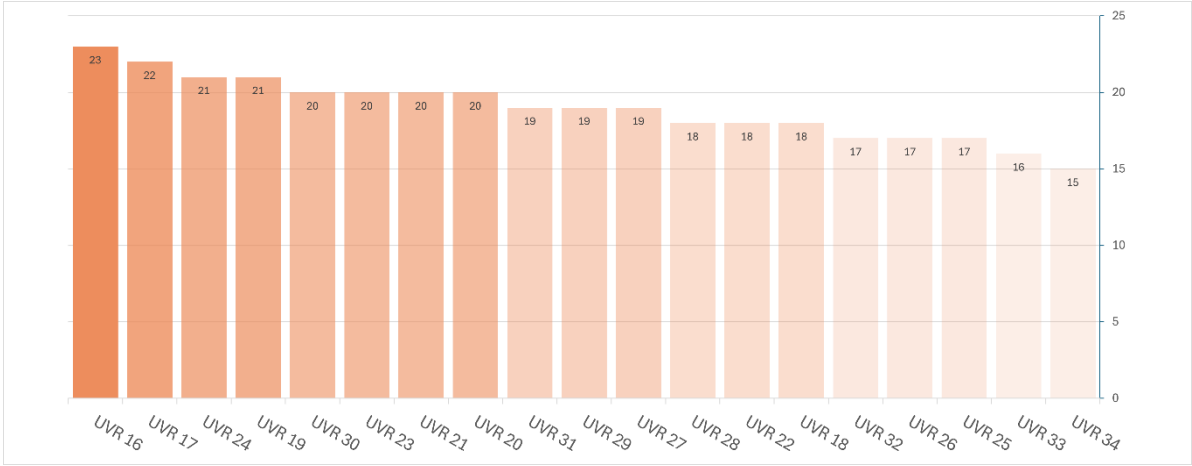


Fonte: Autoria própria (2024).

Para o critério técnico operacional, a UVR com a melhor pontuação foi a da UVR 16, a qual obteve 23 pontos dos 25 possíveis, seguida da UVR 17 com 22 pontos, conforme demonstrado no Gráfico 9. A média de pontuação para esse critério foi de 18,95 pontos de 25 possíveis, dentre os critérios analisados nas unidades com classificação “Bom” o técnico operacional é que teve melhor performance.

Os itens com mais carência nesse critério foram: Inclusão de catadores autônomos (item 27), aprovação CBM (item 32) e taxa de rejeitos e de reciclagem (item 44).

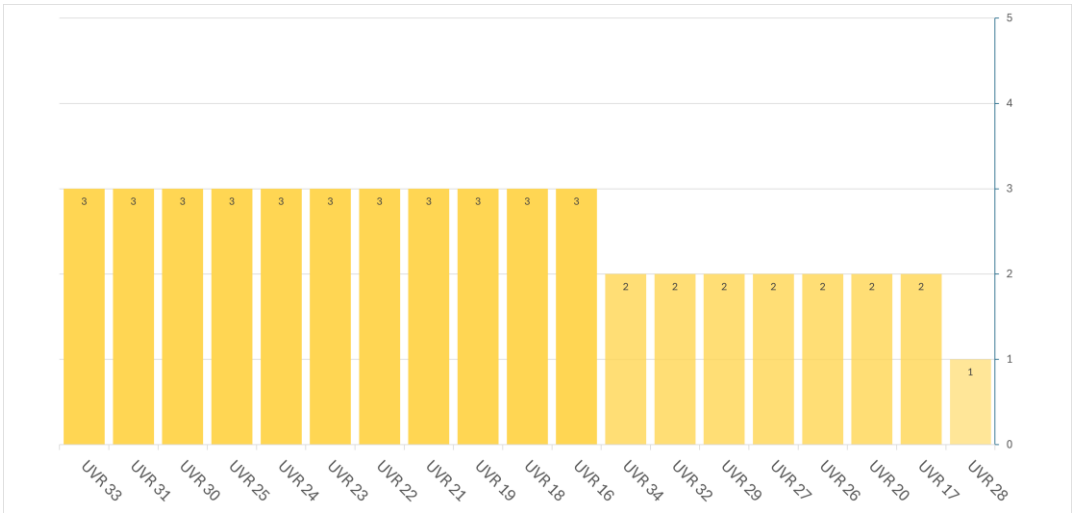
Gráfico 9 – Classificação das UVRs com IQ-UVR Bom – Critério Técnico operacional



Fonte: Autoria própria (2024).

No critério socioeconômico onze UVRs atingiram 3,0 pontos dos 5,0 pontos possíveis, sete fizeram 2,0 pontos e apenas uma obteve 1,0 ponto, que foi a UVR de Guaíra, conforme apresentado no Gráfico 10, a qual teve o menor rendimento nesse parâmetro. Nesse critério a média de pontuação foi de 2,53 pontos de 5,0 pontos possíveis, pouco mais de 50%, o critério sócioeconômico apresenta uma baixa pontuação, o que gera uma preocupação visto que as unidades devem estar em concordância com o bem-estar social. Os itens apoio a qualificação (item 49) e seguro de vida (item 50),apresentam-se como uma referência para uma possível intervenção.

Gráfico 10 – Classificação das UVRs com IQ-UVR Bom – Critério Sócioeconômico



Fonte: Autoria própria (2024).

A análise dos IQ-UVR revela uma diversidade na performance das unidades avaliadas. Algumas unidades se sobressaem com IQ-UVR excelentes, refletindo uma aderência aos padrões estabelecidos pela gestão e uma alta eficácia em suas operações. Essas unidades são modelos de excelência dentre as avaliadas, demonstrando o que é possível quando os requisitos são não apenas atendidos, mas superados.

Por outro lado, existem unidades que, embora não atinjam o mesmo patamar de excelência, ainda assim apresentam um desempenho satisfatório. Seus índices de qualidade são considerados bons, indicando que, embora haja espaço para melhorias, estão cumprindo suas funções de maneira satisfatória, essas unidades representam uma oportunidade para aprendizado e crescimento, onde as práticas bem-sucedidas das unidades de alto desempenho pode ser estudadas e implementadas para elevar ainda mais a qualidade geral, cabendo espaço para melhorias e aperfeiçoamentos.

O IQ-UVR é uma ferramenta que transforma a maneira como as unidades são analisadas, oferecendo uma abordagem criteriosa e padronizada. Esta metodologia permite uma avaliação detalhada e consistente, destacando dados importantes que são essenciais para compreender a realidade operacional das UVR's. Com essas informações em mãos, é possível obter um panorama claro e abrangente, que visa auxiliar os envolvidos nas tomadas de decisões estratégicas.

Além disso, o IQ-UVR fornece *insights* valiosos que facilitam a identificação de áreas que necessitam de melhorias. Ao revelar oportunidades de otimização, esta ferramenta capacita gestores e equipes a implementar mudanças eficazes que podem levar a um aumento significativo na eficiência e na qualidade do serviço prestado.

Portanto, o IQ-UVR não é apenas um meio de diagnóstico, mas também um catalisador para o crescimento e aprimoramento contínuo.

Esse panorama reforça a importância de um monitoramento contínuo e de políticas direcionadas para elevar a qualidade das UVRs, assegurando que todas possam alcançar um nível de excelência compatível com as melhores práticas do setor. Assim, o protocolo IQ-UVR provou ser uma ferramenta valiosa, não apenas para avaliar a qualidade das UVRs, mas também para orientar esforços futuros de melhoria e planejamento.

6 CONCLUSÕES

Este protocolo demonstrou-se uma ferramenta viável e padronizada na avaliação das UVR's, capitando as diferenças na infraestrutura e operação dessas unidades. Portanto, a implementação deste protocolo é um passo importante para enfrentar o desafio da gestão de resíduos sólidos urbanos na região oeste do Paraná.

Em resposta ao primeiro objetivo específico, selecionou-se a bacia hidrográfica do Paraná III, localizada no oeste Paranaense, como unidade de planejamento para a caracterização das UVRs.

Para o alcance do segundo objetivo específico, foram identificados os parâmetros qualitativos que permitem caracterizar diferentes critérios para avaliação das UVRs, estes critérios foram divididos em indicadores e estes, por sua vez, em subitens, que compuseram o modelo de protocolo final.

Em resposta ao terceiro objetivo específico, desenvolveu-se o modelo de protocolo comparativo para averiguar a qualidade das UVRs com o Excel®. O modelo busca identificar a presença de cada indicador, e ao final a pontuação acumulada é o Índice de Qualidade da UVR (IQ-UVR) e remete a classificação de qualidade distribuída em quatro classificações: excelente, bom, insuficiente e ruim.

Posteriormente, em resposta ao quarto objetivo específico, o modelo de protocolo IQ-UVR foi aplicado nas UVRs que compõem a unidade de planejamento escolhida, visando fornecer informações para a melhoria contínua das unidades avaliadas.

Por fim, o último objetivo específico foi alcançado, que compreende a análise da qualidade das UVRs selecionadas. Os resultados da aplicação do modelo de protocolo IQ-UVRs dos municípios do oeste paranaense revelaram uma variação significativa na qualidade dessas unidades. Algumas UVRs se destacaram com índices de qualidade excelentes, demonstrando práticas de gestão de resíduos adequadas e em conformidade com os critérios estabelecidos. Outras unidades apresentaram um desempenho satisfatório, mas ainda com espaço para melhorias.

Sugere-se, Sugere-se investigar o impacto das melhorias nas UVRs com IQ-UVR Bom, analisando aspectos quantitativos e qualitativos, como custos, benefícios, eficiência operacional e resultados ambientais e socioeconômicos. Um estudo longitudinal poderia acompanhar a evolução das UVRs e identificar oportunidades para futuras intervenções.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **ABRELPE: Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2022**. São Paulo: ABRELPE, 2023.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 17100: Gerenciamento de resíduos - Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

AGHAJANI *et al.* Application of TOPSIS and VIKOR improved versions in a multi criteria decision analysis to develop an optimized municipal solid waste management model. **Journal of Environmental Management**, Berkeley, v. 166, n.15, p. 109-115, 2016.

ALIGLERI, L.; LOPES, C. S. D. Logística Reversa de embalagens de pós-consumo: análise crítica interdisciplinar das intenções empresariais propostas no Termo de Compromisso do Recircula para cumprir a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Revista Brasileira de Políticas Públicas**, Brasília, v. 12, n. 1. p. 318-344, abr. 2022.

ARRIECHE, L. S. *et al.* **Síntese de projetos em energia e sustentabilidade**. Curitiba: CRV, 2020.

BELLO, A. S.; AL-GHOUTI, M. A.; ABU-DIEYEH, M. H. Sustainable and long-term management of municipal solid waste: a review. **Bioresource Technology Reports**, v.18, 2022.

BEZERRA, V.; MONTEIRO, L.; LEITE, V.; SILVA, A.; BRITO, Y.; LIMA, C. Proposta de Implantação de Uma Central de Triagem de Resíduos Sólidos em Campina Grande - PB. **Mix Sustentável**, Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 19-26, abr. 2021.

BIANCO, T. S. D. **Modelo de gestão dos resíduos sólidos urbanos como elemento de desenvolvimento regional sustentável: uma análise dos municípios do Oeste do Paraná**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio) - Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional e Agronegócio- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2018.

BONJARDIM, E C.; PEREIRA, R. S.; GUARDABASSIO, E. V. Análise bibliométrica das publicações em quatro eventos científicos sobre gestão de resíduos sólidos urbanos a partir da Política Nacional de resíduos Sólidos – Lei nº 12.305/2010. **Desenvolvimento e meio ambiente**, Curitiba, v. 46, p. 313-333, ago. 2018.

BRANDÃO, J. R. **Análise de sistemas de valorização de resíduos via compostagem e reciclagem e sua aplicabilidade nos municípios mineiros de pequeno porte**. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos

Hídricos) - Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

BRASIL. **Constituição da república federativa do Brasil de 1988**. Brasília: Senado Federal, 1988: Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em 10 de nov. 2023.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. **Plano nacional de resíduos sólidos – Planares**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2022.

BRASIL. **Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022**. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília: Casa Civil, 2022. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/D10936.htm. Acesso em 12 de nov. 2023.

BRASIL. **Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a lei n.9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: Casa Civil, 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em 06 de ago. 2023.

BRASIL. **Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021**. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais; e altera as Leis nºs 8.212, de 24 de julho de 1991, 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973, para adequá-las à nova política. Brasília: Secretária-Geral, 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14119.htm. Acesso em 12 de nov. 2023.

BRASIL. **Lei nº 12.690, de 19 de julho de 2012**. Dispõe sobre a organização e o funcionamento das Cooperativas de Trabalho; institui o Programa Nacional de Fomento às Cooperativas de Trabalho - PRONACOOOP; e revoga o parágrafo único do art. 442 da Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943. Brasília: Casa Civil, 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12690.htm. Acesso em 12 de nov. 2023.

CALDERAN, T. B.; MAZZARINO, J. M.; TURATI, L. A potencialidade dos consórcios intermunicipais frente à política nacional de resíduos sólidos: estudo de caso no Corede - Vale do Taquari, RS, BRASIL. **Revista Estudo & Debate**, Lajeado, v. 24, n. 3, p. 44-66, Jul. 2017.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **CETESB: Inventário estadual de resíduos sólidos urbanos – 2022**. São Paulo, CETESB, 2023.

CORREIA, J. E.; *et al.* **Caderno de reciclagem**: Programa gestão de resíduos sólidos 2019-2022. 1 ed. Foz do Iguaçu: Fundação PTI, 2023.

CUCCHIELLA, F.; D'ADAMO, I.; GASTALDI, M. Strategic municipal solid waste management: a quantitative model for Italian regions. **Energy Conversion and Management**, v. 77, p. 709–720, 2014.

DADARIO, N.; DESTRO, G. E.; RIZK, M. C. Indicadores de resíduos sólidos urbanos: um estudo de caso no município de Tupã/SP. **Formação (Online)**, v.27, n. 52, p. 303-323, ago. 2020.

DAS, S. L., S.H. KUMAR, P. K., K. LEE, BHATTACHARYA, S. Solid waste management: Scope and the challenge of sustainability. **Journal of Cleaner Production**, n. 228, p. 658-678, ago. 2019.

DEUS, R. M.; BATTISTELLE, R. A. G.; SILVA, G. H. Resíduos sólidos no Brasil: contexto, lacunas e tendências. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v.20, n.4, p. 685-698, dez. 2015.

DIRETIVA 2008/98/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de Novembro de 2008, relativa aos resíduos e que revoga certas diretivas. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2008/98/oj/por>. Acesso em 22 mar. 2024.

GANEM, R. S. (Org.). **Legislação brasileira sobre meio ambiente**. v. 1. Brasília: Câmara dos Deputados, 2013.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

GOMES, J. B. V.; WREGGE, M. S.; HOLLER, W. A.; BOGNOLA, I.. **Municípios formadores da Bacia do Paraná 3 e Palotina**: estudos de clima, solos e aptidão das terras para o cultivo do eucalipto. Brasília: Embrapa, 2020.

GOMES, M. H. S. C.; OLIVEIRA, E. C.; BRESCIANI, L. P.; PEREIRA, R. S. Política nacional de resíduos sólidos: perspectivas de cumprimento da lei 12.305/2010 nos municípios brasileiros, municípios paulistas e municípios da região do ABC. **Revista de Administração da UFSM**, v. 7, edição especial, p. 93-110, jun. 2014.

GUTBERLET, J. Briefing: Social facets of solid waste: insights from the global south. Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Waste and Resource Management. **ICE Publishing**, p. 110-113, dez. 2013.

JOHARI, A.; ALKALI, H.; HASHIM, H.; AHMED, S. I.; MAT, R. Municipal solid waste management and potential revenue from recycling in Malaysia. **Modern Applied Science**, v. 8, n. 4, p. 37-49, jun. 2014.

MAIELLO, A.; BRITTO, A. L. N. P.; VALLE, T. F. Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Revista de Administração Pública**, v. 52, n. 1, p. 24-51, mar. 2018.

MARCUCCI, J. C. BORGES, A. C. G. Paisagem e resíduos sólidos urbanos. **Revista Ciência Geográfica**, v. XXVII, n. 2, p. 445-458, jun. 2023.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

MENDONÇA, A. K. S.; BORNIA, A. C. Aproveitamento Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos: Análise das Plotíficas Públicas. **Mix Sustentável**, v. 5, n. 2, p. 109-122, jun. 2019.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Termo de Referência Técnica** - Elaboração do Projeto Básico e Executivo Completo de Galpão/Unidade de Triagem Para Coleta seletiva. Brasília: Ministério das cidades, 2010.

MORAIS, P. D.; COSTA, T. V.; FILHO, G. Q. S. Caracterização dos resíduos sólidos do município de São José de Espinharas (PB). **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 19, n. 56, jun. 2023.

MONTEIRO, J. H. P. *et al.* **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

NEVES, F. O. Gestão dos resíduos sólidos urbanos na bacia do paraná iii: propostas para uma agenda de pesquisa. **RAEGA - O espaço geográfico em análise**, v. 38, n. 0, p. 169–194, 12 dez. 2016.

PARANÁ. **Lei 12.493, de 22 de janeiro de 1999**. Estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes a geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Estado do Paraná, visando controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais e adota outras providências. Curitiba: Câmara Estadual, 1999. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/pr/lei-ordinaria-n-12493-1999-parana-estabelece-principios-procedimentos-normas-e-criterios-referentes-a-geracao-acondicionamento-armazenamento-coleta-transporte-tratamento-e-destinacao-final-dos-residuos-solidos-no-estado-do-parana-visando-controle-da-poluicao-da-contaminacao-e-a-minimizacao-de-seus-impactos-ambientais-e-adota-outras-providencias>. Acesso em 10 de nov. 2023

PISANO, V.; DEMAJOROVIC, J.; BESEN, G. R. Política Nacional de Resíduos Sólidos do Brasil: perspectivas das redes de cooperativas de catadores. **Ambiente & Sociedade**, v. 25, p. e01511, dez. 2022.

RECICLÔMETRO. **Itaipu Binacional**. Disponível em: <https://analytics.itaipu.gov.py/t/DC/views/Reciclmetro/Municipio?%3Aembed=y&%3AdeepLinkingDisabled=y#5>. Acesso em Ago. 2023.

ROCHA, A. S.; BADE, M. R. **Geografia da bacia hidrográfica do Paraná 3: fragilidades e potencialidades socioambientais**. São Paulo: In House, 2018.

ROCHA, A. S.; BADE, M. R.; NOBREGA, M. T.; CUNHA, J. E. Mapeamento da fragilidade potencial e emergente na bacia hidrográfica do Paraná 3. **Estudos Geográficos (UNESP)**, v. 14, p. 43-59, dez. 2016.

RODRIGUES; M. A.; ISMAIL, K. A. R; LINO, F. A. M. Análise da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Manaus - AM. **Revista Foco**, v.16, n.6, p.01-27, jun. 2023.

SANTOS, M. D. N.; ANDRADE, R. C.; VERNIN, N. S.; NETTO, A. T. Análise do Ciclo de Vida na Gestão de Resíduo Sólidos Urbanos: Uma Revisão Bibliográfica. **Revista Internacional de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 02, p. 126-140, abr. 2022.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **SEMA: Bacias hidrográficas do Paraná** – Série histórica. 2 ed. Curitiba: SEMA, 2013.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. SEMA: **Caderno de especificações técnicas e desenho técnico** - Centro de Triagem e Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos. Curitiba: SEMA, 2013.

SILVA, P. L. C; BESSA, S. A. L. Gestão integrada de resíduos sólidos urbanos na região metropolitana do vale do aço/MG. **Mix Sustentável**, v. 8, n. 5, p. 147-161, nov. 2022.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **SNIS: Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos 2019**. Brasília SNIS, 2020.

SISTEMA NACIONAL E INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS. **SINIR: Relatório nacional de gestão de resíduos sólidos**. Brasília: SINIR, 2019.

SISTEMA NACIONAL E INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS. **SINIR: Logística reversa – Embalagens em geral**. Brasília: SINIR, 2023.

SOLTANI, A. *et al.* Multiple stakeholders in multi-criteria decision-making in the context of municipal solid waste management: a review. **Waste Management**, London, v. 35, p. 318–328, dez. 2015.

SPOTI, T. B.; AMARAL, C. S. T. Os desafios da gestão de resíduos sólidos urbanos domésticos no Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v.9, n.2, p.8712-8724, set. 2023

WILSON, D. C.; VELIS, C.; CHEESEMAN, C. Role of informal sector recycling in waste management in developing countries. **Habitat international**, v. 30, n. 4, p. 797-808, jun. 2006.