

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO
NÍVEL MESTRADO**

FELIPE FOPPA

**GALPÕES DE TRIAGEM:
Qualificação do espaço por meio de fluxos de produção**

**SÃO LEOPOLDO/RS
2023**

FELIPE FOPPA

GALPÕES DE TRIAGEM:

Qualificação do espaço por meio de fluxos de produção

Projeto de Pesquisa apresentado(a) como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientadora: Profa. Dra. Izabele Colusso

SÃO LEOPOLDO

2023

F691g Foppa, Felipe
Galpões de triagem : qualificação do espaço por meio
de fluxos de produção / por Felipe Foppa. – 2023.
133 f. : il.; 30 cm.

Dissertação (mestrado) — Universidade do Vale do Rio
dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e
Urbanismo, 2023.

Orientação: Profa. Dra. Izabele Colusso.

1. Resíduo sólido. 2. Galpão de reciclagem. 3. Triagem.
4. Arquitetura e Urbanismo. I. Título.

CDU 72

Catálogo na Fonte:

Bibliotecária Vanessa Borges Nunes - CRB 10/1556

FELIPE FOPPA

GALPÕES DE TRIAGEM:

Qualificação do espaço por meio de fluxos de produção

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Aprovado em 31 de março de 2023

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Izabele Colusso - Presidente da Banca e Orientadora – UNISINOS

Dr^a. Anelis Rolão Flôres - Avaliadora – UFN

Prof. Dr. Julian Grub - Avaliador – UNISINOS

Aos recicladores brasileiros que desempenham tão
nobre atividade para a sociedade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço especialmente aos meus pais e ao meu irmão, que sempre estão ao meu lado, incentivam a educação desde sempre, me apoiam e encorajam a seguir em frente. À minha orientadora, Izabele Colusso, sou imensamente grato pela orientação e conselhos valiosos que sempre dedicou. Também gostaria de agradecer à minha sócia Juliê e às "meninas" da Apoena, em especial Aline, Daiana e Joice, que foram extremamente prestativas e generosas em sua ajuda e suporte, me prestando socorro em diversas oportunidades. Aos meus amigos Fernando, Carolina e Andressa pelo suporte emocional durante a jornada. Por fim, minha sincera e profunda gratidão às cooperativas de triagem, que gentilmente abriram suas portas e possibilitaram a realização desse estudo.

“O reciclador deve, não somente ter o saber de separação do material, mas também o conhecimento das possibilidades de qualificar seu espaço [...]. Assim, o galpão deixa de ser somente um lugar de geração de renda, para tornar-se um local catalisador de relações humanas no bairro ou vila”

(FUÃO, 2015, p.11).

RESUMO

A expansão na geração de resíduos sólidos apresenta acelerado crescimento em decorrência do alargamento produtivo e dos hábitos de consumo em sociedade. O aparato legal fundamenta a pesquisa e percorre os processos relacionados com a gestão e gerenciamento de resíduos sólidos brasileiros, com enfoque na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Sob a ótica da arquitetura, inicialmente, busca-se compreender a sequência de etapas previstas no gerenciamento de resíduos e a articulação delas com as edificações que operam a triagem de materiais provenientes da coleta seletiva. O desenvolvimento do estudo de caso levou em conta documentos técnicos disponibilizados pelo governo federal, relacionando-os em uma lista de elementos técnico arquitetônicos, com o objetivo de analisar qualitativamente o vínculo entre a edificação e o fluxo operacional desenvolvido em três galpões de reciclagem implantados em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. O produto apontou uma lista de critérios, analisados por meio de uma tabela com escala qualitativa e de acordo com o potencial aprimoramento da relação entre o espaço e a função. Concluiu-se que o processo na etapa de triagem se apresentou de forma similar nas três unidades estudadas. Contudo, a análise espacial dos fluxos operacionais demonstrou uma lacuna entre o arranjo espacial e o processo operacional, evidenciando um possível aperfeiçoamento das edificações. A metodologia aplicada se mostrou eficaz na análise de múltiplas unidades, contribuindo como potencial ferramenta de indicativo de qualidade espacial arquitetônica e os processos em unidades de triagem.

Palavras-chave: Resíduo Sólido. Galpão de Reciclagem. Triagem. Arquitetura e Urbanismo

ABSTRACT

The expansion in solid waste generation is showing accelerated growth due to increased production and societal consumption habits. The legal framework supports research and covers processes related to the management of solid waste in Brazil, with a focus on the National Solid Waste Policy (PNRS). From the perspective of architecture, the aim is to understand the sequence of stages involved in waste management and how they relate to buildings that sort materials from selective collection. The case study development took into account technical documents made available by the federal government, relating them to a list of architectural and technical elements. The objective was to qualitatively analyze the link between the building and the operational flow in three recycling warehouses located in Porto Alegre, Rio Grande do Sul. The study produced a list of criteria, analyzed through a table with a qualitative scale, indicating the potential for improvement in the relationship between space and function. Although the sorting process was similar in the three units studied, the spatial analysis of operational flows highlighted a gap between the spatial arrangement and the operational process, indicating a need to improve the buildings. The methodology proved effective in analyzing multiple units and can potentially serve as a tool for indicating architectural spatial quality and processes in sorting units.

Keywords: Solid Waste. Recycling Warehouse. Waste Sorting. Architecture and Urbanism

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Síntese da legislação de saneamento brasileira.....	33
Figura 2 - Hierarquia da regulação nacional de resíduos sólidos.....	34
Figura 3 - Etapas da logística reversa.....	39
Figura 4 - Fluxo dos Serviços de Limpeza Urbana previsto na PNRS.....	40
Figura 5 - Sugestão de dispositivos utilizados para o recebimento dos resíduos.	48
Figura 6 - Esquema de leiautes para triagem.....	48
Figura 7 - Ilustração dos dispositivos de acondicionamento transitório.....	49
Figura 8 - Sugestão de distribuição dos dispositivos transitórios.....	50
Figura 9 - Esquema destacando a disposição do rejeito em relação a superfície de triagem.....	50
Figura 10 - Sugestão para organização do galpão em terreno plano e também com declive.....	57
Figura 11 - Cobertura da zona de recebimento de resíduos.....	60
Figura 12 - Sugestão para aba no perímetro das mesas de triagem.....	64
Figura 13 - Iluminação sobre a superfície de triagem.....	65
Figura 14 - Sugestão de shed e lanternin.....	66
Figura 15 - Sugestão de circulação para o transporte dos dispositivos transitórios de acondicionamento.....	67
Figura 16 - Dispositivos de armazenamento mais usuais para materiais recuperados.....	68
Figura 17 - Sugestão para abastecimento do rejeito.....	69
Figura 18 - Doca na expedição.....	71
Figura 19 - Diagrama de otimização vertical.....	72
Figura 20 - Sugestão de fluxo de operação.....	75
Figura 21 - Legenda com a escala de cores dos indicadores.....	79
Figura 22 - Implantação do Galpão 01.....	85
Figura 23 - Planta baixa do Galpão 01.....	88
Figura 24 - Corte esquemático transversal do Galpão 01.....	90
Figura 25 - Implantação do Galpão 02.....	94
Figura 26 - Planta baixa do Galpão 02.....	96
Figura 27 - Corte transversal do Galpão 02.....	101
Figura 28 - Implantação do Galpão 03.....	104

Figura 29 - Planta baixa Galpão 03.....	106
Figura 30 - Diagrama demonstrando o acesso ao abastecimento do dispositivo de estocagem preliminar no Galpão 03.....	109
Figura 31 - Corte transversal do Galpão 03.	110
Figura 32 - Demonstração de área subutilizada embaixo da gaiola.....	116
Figura 33 - Disposição da gaiola nos Galpões 01 e 02.	116
Figura 34 - Fluxograma dos setores do Galpão 01.	121
Figura 35 - Fluxograma dos setores do Galpão 02.	122
Figura 36 - Fluxograma dos setores do Galpão 03.	124

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 - Prensa Vertical utilizada no setor de enfardamento.....	52
Fotografia 2 - Área de recebimento do Galpão 01.	84
Fotografia 3 - Vedação com telhas translúcidas no Galpão 01.	86
Fotografia 4 - Gaiola de estocagem preliminar do Galpão 01.	87
Fotografia 5 - Circulação entre o setor de triagem e armazenamento Galpão 01.	89
Fotografia 6 - Localização da prensa no nível mais baixo do Galpão 01.	90
Fotografia 7 - Mezanino do Galpão 01	91
Fotografia 8 - Galpão 02.	95
Fotografia 9 - Setor de recebimento do Galpão 02.	97
Fotografia 10 - Zona de Triagem com bancada corrida no Galpão 02.	98
Fotografia 11 - Baias de alvenaria para o acondicionamento temporário no Anexo 1 do Galpão 02.....	98
Fotografia 12 - Mesas móveis que auxiliam no enfardamento.	99
Fotografia 13 - Elevador no setor de expedição do Galpão 02.	100
Fotografia 14 - Fachada do anexo 02 do Galpão 03.	107
Fotografia 15 – Fachada do anexo 3 do Galpão 03 (banheiros/vestiários).	108
Fotografia 16 - Foto da aba no perímetro das mesas de triagem do Galpão 03.	110
Fotografia 17 - Gaiolas de estocagem preliminar no Galpão 03.	111
Fotografia 18 - Foto interna do prédio principal do Galpão 03.	112
Fotografia 19 - “Área de lazer” do Galpão 01.	119

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BNH	Banco Nacional da Habitação
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
IBAM	Instituto Brasileiro de Administração Municipal
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MCID	Ministério das Cidades
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
MI	Ministério da Integração Nacional
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MNCR	Movimento Nacional dos Catadores
MUNIC	Pesquisa de Informações Municipais
NBR	Normas Brasileiras de Regulação
ONG	Organização não governamental
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PGRS	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Municipal
PLANARES	Plano Nacional de Resíduos Sólidos
PLANASA	Plano Nacional de Saneamento
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PNMA	Plano Nacional do Meio Ambiente
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RSU	Resíduo Sólido Urbano
SNIS	Sistema Nacional de Informações de Saneamento
SNS	Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental
TR	Termo de Referência
TRTEC	Termo de Referência Técnico
UT	Unidades de Triagem

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1 Tema	16
1.2 Delimitação do tema	16
1.3 Problema	18
1.4 Objetivos	18
1.4.1 Objetivo geral	18
1.4.2 Objetivos específicos	18
1.5 Justificativa	19
2. RESÍDUOS SÓLIDOS: CONCEITOS E LEGISLAÇÃO	21
2.1 Panorama geral e contextualização acerca de resíduos sólidos	21
2.2 Aparato legal: o marco regulatório sobre os resíduos sólidos	27
2.3 PNRS: princípios e etapas de gerenciamento	34
2.3.1 Os princípios da PNRS	35
2.3.2 A logística reversa	37
2.3.3 Gerenciamento de resíduos	39
2.4 Galpões de Triagem: Cooperativas e Associações	42
3. METODOLOGIA	46
3.1 O programa de necessidades de um galpão de triagem	46
3.2 Critérios para a análise espacial arquitetônica dos galpões de triagem estudados	54
3.2.1. Terreno	56
3.2.2. Setor de recebimento e estocagem preliminar dos resíduos a granel	59
3.2.3 Setor de triagem primária dos resíduos	62
3.2.4 Setor de triagem secundária e acondicionamento temporário dos resíduos	66
3.2.5 Setor de enfardamento	70
3.2.6 Setor de estocagem dos materiais recuperados	70
3.2.7 Setor de expedição	71
3.2.8 Infraestrutura administrativa e de apoio operacional	72
3.2.9 Fluxo de operação dentro de um Galpão de Triagem	74
3.2.10 Adoção de recursos com menor conteúdo energético intrínseco	75
3.3 Parâmetros para escolha das unidades que integram o estudo de caso	76
3.4 Indicadores qualitativos de análise	78

4. O ESTUDO DE CASO	82
4.1 Análise individual dos Galpões	82
4.1.1 Galpão 01	82
4.1.2 Galpão 02	93
4.1.3 Galpão 03	103
4.2 Comparativo entre os três Galpões	114
4.3 Resultados	120
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	125
REFERÊNCIAS.....	129
APÊNDICE A – TABELA COMPARATIVA DOS TRÊS GALPÕES	133

1. INTRODUÇÃO

A pesquisa foi desenhada a partir de um levantamento bibliográfico com o intuito pessoal de exploração acerca da temática e se encontra dividida em quatro capítulos. O primeiro capítulo introduz a temática, problemas e objetivos. O segundo capítulo apresenta o aparato legal pertinente ao assunto, enquanto o terceiro e o quarto capítulos demonstram a metodologia utilizada e os resultados obtidos a partir do estudo de caso de três galpões de triagem implantados na cidade de Porto Alegre/RS.

1.1 Tema

A temática da presente pesquisa aborda os resíduos sólidos brasileiros, entendidos como os materiais, objetos ou bem descartados a partir do convívio em sociedade (BRASIL, 2010). O incremento do volume de resíduos sólidos gerados se relaciona, principalmente, com o consumo de bens não duráveis e descartáveis, cumulados com o adensamento populacional urbano e, diante desse cenário de produção, um eficiente sistema de manejo, tratamento e disposição desses detritos é fundamental para minimizar o impacto nos ecossistemas urbanos (NETO, 2013). Quando realizada a seleção dos resíduos e o tratamento pelo processo de triagem, viabiliza-se a reciclagem e reinserção de muitos materiais na cadeia produtiva (BRASIL, 2010). O interesse do estudo se direciona à compreensão de aspectos arquitetônicos aplicados em galpões de reciclagem de resíduos sólidos, em específico os que executam a triagem dos resíduos provenientes da coleta seletiva.

1.2 Delimitação do tema

Durante toda a vida humana, desde o nascimento até a morte, são gerados e descartados resíduos. A urbanização e a acelerada expansão tecnológica e industrial vivenciada a partir do século XX ampliou a produção de bens de consumo, na busca por suprir as demandas da sociedade, e levantou discussões sobre os resíduos resultantes da fugaz utilização dos recursos naturais (NETO, 2013). Todavia, mesmo que o 'lixo' seja de conhecimento popular, os conceitos e as etapas

que sucedem o descarte dele nas lixeiras ainda são incógnitas para a parcela da sociedade.

No Brasil, a regulação da gestão dos resíduos sólidos urbanos integra a legislação de saneamento ambiental, a qual não trata exclusivamente de resíduos, mas de outros serviços de infraestrutura urbana - como o esgotamento sanitário, água potável e outros controles ambientais (BRASIL, 2007).

A compreensão da legislação de saneamento ambiental nacional se mostrou necessária para o esclarecimento do contexto regulador da gestão de uma sequência de etapas que conduzem os resíduos até a destinação final adequada. Dentre essas etapas, quando identificado o momento no qual os resíduos sólidos passam a integrar leis e políticas públicas brasileiras - que incentivam a redução na geração de resíduos -, foi possível compreender que parte dos resíduos passaram a adquirir valor social e econômico, com atribuições capazes de gerar emprego e renda. O valor intrínseco contido nos materiais que não têm mais serventia para a população pode minimizar impactos ambientais e beneficiar a sociedade (FILHO e SOLER, 2019).

A prestação do serviço de triagem faz com que parte dos resíduos retornem para a cadeia produtiva, por meio do reuso ou reciclagem, minimizando os impactos ambientais e proporcionando ganhos financeiros aos envolvidos no trabalho (BRASIL, 2010). Associações e cooperativas de reciclagem reúnem recicladores em galpões de triagem, através do incentivo de políticas públicas, com o propósito de selecionar materiais, da melhor da maneira possível, para que possam partilhar da comercialização deles e proverem o seu sustento. Para Fuão (2015), a atenção ao planejamento dos espaços onde ocorrem essas atividades pode ampliar o rendimento monetário, qualificar os ambientes e, conseqüentemente, melhorar a qualidade de vida dos usuários da edificação.

A estruturação de uma metodologia de pesquisa baseada em estudos de casos surge com o propósito de buscar na arquitetura, por meio de visitas em edificações consolidadas, a conexão entre a forma e a função arranjadas em galpões de triagem de resíduos. Desse modo, intenciona-se analisar esses elementos práticos e compreender como eles podem condicionar um melhor desempenho para as atividades. A análise desses elementos, amparada na legislação nacional, na literatura e em termos referenciais técnicos, objetiva a possibilidade de replicação do método em território nacional, contribuindo com um

compilado de parâmetros arquitetônicos qualitativos para o aperfeiçoamento de edificações.

1.3 Problema

As unidades de triagem (UT) surgem através de diferentes maneiras, desde as organizações informais até as conformações em cooperativas e associações de catadores. Fuão (2015) pontua que os galpões podem ser implementados por meio do reaproveitamento de edificações pré-existentes ou de novas construções, mas que, no entanto, os projetos arquitetônicos das prefeituras são superficiais e não contemplam todo o formato operacional e as necessidades desempenhadas dentro do espaço (FUÃO *et al*, 2010, p. 10). Nesse sentido, o problema se concentra na arquitetura praticada dentro dessas tipologias edilícias, pois tratando-se de um processo estabelecido por etapas, o leiaute empregado e a articulação entre a forma e função conceberão o fluxo operacional (SOUZA *et al*, 2013, p. 55).

1.4 Objetivos

Os objetivos estão elencados em dois tópicos: o primeiro explanando o objetivo geral e o segundo os objetivos específicos do estudo.

1.4.1 Objetivo geral

A pesquisa busca identificar estratégias que qualifiquem galpões de reciclagem, sob a ótica arquitetônica, considerando a análise de edificações e os processos previstos nos manuais técnicos desenvolvidos pelo governo, em específico a relação entre os espaços e os processos que ali ocorrem.

1.4.2 Objetivos específicos

- a) Examinar o aparato legal envolvido na gestão dos resíduos sólidos brasileiros a fim de compreender a legislação pertinente;

- b) Elencar as etapas e o processos acerca dos resíduos sólidos e compreender o contexto no qual se conectam com as edificações de unidades de triagem;
- c) Identificar elementos arquitetônicos passíveis de aprimoramento em edificações destinadas à triagem de resíduos sólidos, bem como relacioná-los, por meio de uma análise prática de estudo de caso, com o espaço e a função que desempenham.
- d) Compreender e analisar qualitativamente o fluxo de etapas existentes dentro de edificações operam a triagem de resíduos sólidos.

1.5 Justificativa

A gestão adequada dos resíduos sólidos é um desafio que se coloca em escala global, devido ao crescente aumento da produção desses materiais e à necessidade de se buscar alternativas mais sustentáveis para o seu manejo. No âmbito das políticas públicas brasileiras, a etapa de triagem de resíduos se mostrou fundamental para proporcionar a eficiência do processo de reciclagem e a redução do impacto ambiental causado pelo não descarte de muitos materiais na natureza. No entanto, muitas unidades de triagem apresentam problemas relacionados com os aspectos arquitetônicos, o que pode comprometer o desempenho do trabalho realizado e a qualidade do ambiente que é proporcionada aos recicladores envolvidos na operação.

O autor da pesquisa, que é arquiteto, teve a oportunidade de realizar um estudo de protótipo de unidade de triagem na carreira profissional, o que motivou o aprofundamento inicial dos conhecimentos sobre a temática. Para a realização do feito profissional, contou com a ajuda das fundadoras da Apoena, empresa especializada em consultoria e treinamento em estratégias para sustentabilidade e inovação na área socioambiental, que apresentaram um cenário muito diferente do que o imaginado sobre o assunto. Esse fato possibilitou a identificação de diversos problemas relacionados com a arquitetura desses edifícios. Diante disso, após concluída e demanda inicial, mas como forma de continuação do trajeto desempenhado profissionalmente pelo autor, esta pesquisa propõe analisar soluções que qualifiquem as unidades de triagem de resíduos sob a ótica da arquitetura.

Assim, por meio de uma abordagem interdisciplinar envolvendo a arquitetura, o urbanismo e o gerenciamento de resíduos sólidos, o estudo tem por objetivo analisar projetos consolidados e pontuar a lacuna entre o espaço e o processo nele desencadeado, identificando possibilidades práticas para torná-lo mais eficiente e aprazível. Além disso, busca-se fomentar a reflexão sobre a importância do diálogo entre as diferentes áreas do conhecimento para o enfrentamento dos desafios contemporâneos.

2. RESÍDUOS SÓLIDOS: CONCEITOS E LEGISLAÇÃO

2.1 Panorama geral e contextualização acerca de resíduos sólidos

A população mundial gera aproximadamente 2,01 bilhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) ao ano, de acordo com relatório What a Waste 2.0 do Banco Mundial, e a pesquisa estima que o volume possa chegar a 3,40 bilhões de toneladas até o ano de 2050, caso os níveis de produção acompanhem o ritmo crescente das últimas décadas (KAZA *et al*, 2018). Esses números evidenciam o alto descarte de materiais e acometimento à natureza através da industrialização que busca atender às demandas de consumo do ser humano. No Brasil, o relatório mais atualizado demonstrou que, em 2022, foram produzidos aproximadamente 81,8 milhões de toneladas de RSU, praticamente 224 mil toneladas de “lixo” por dia. (ABRELPE, 2022)

A palavra “lixo” foi utilizada entre aspas com o intuito de assimilar o conceito mais genérico disseminado sobre o assunto, contudo, o resíduo sólido é diferente de “lixo” - que pode ser compreendido como “aquilo que não tem mais utilidade e que, por isso, é jogado fora” (TERRA, 2011, p. 631). Embora semelhantes, o termo resíduo sólido será preferencialmente adotado neste trabalho para se referir ao lixo descartado pela população.

Filho e Soler (2019, p. 19) referem que para a correta análise técnica e jurídica das políticas públicas que legislam a temática, é pertinente a compreensão dos conceitos que definem “Resíduo Sólido” e “Rejeito”. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em seu artigo 3º, os define da seguinte maneira:

XV - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível;

XVI - rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada (Cap. 2, art 3º, lei nº 12.305 de agosto de 2010, grifos nossos).

O órgão legislador definiu os termos de acordo com o destino que devem ser conferidos a eles, mas, em contraponto, pontua-se que “a referida definição poderia ser mais simples e objetiva, tal qual consta de outras legislações” – os autores se referem à legislação europeia que define o termo de uma forma mais clara e direta (FILHO e SOLER, 2019, p. 20). Filho e Soler (2019) também evidenciam a falta de descrição dos processos envolvidos na destinação dos resíduos que são mencionados na lei nº 12.305 de 2 agosto de 2010, artigo 13, somente como “processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis” (BRASIL, 2010). Contudo, a partir da análise da política pública e da literatura, pode-se compreender, de maneira ampla, que o rejeito engloba os resíduos sólidos que não podem mais ser recuperados, ou processados de outra maneira (para compostagem, reciclagem, reuso, reaproveitamento energético e outros), tendo como seu único destino a disposição final adequada para decomposição.

Quando criada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), o marco regulatório legal, os resíduos foram categorizados de acordo com a sua origem e periculosidade:

Art. 13. Para os efeitos desta Lei, os resíduos sólidos têm a seguinte classificação:

I - quanto à origem:

- a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;
- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;
- e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;
- f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
- h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

II - quanto à periculosidade:

- a) resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam

significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;

b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea “a”.

Parágrafo único. Respeitado o disposto no art. 20, os resíduos referidos na alínea “d” do inciso I do caput, se caracterizados como não perigosos, podem, em razão de sua natureza, composição ou volume, ser equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal (Cap. 1, art 13, lei nº 12.305 de agosto de 2010, grifos nossos).

O parágrafo único do segundo *caput*, que trata quanto à periculosidade dos resíduos, considera que, se caracterizados como não perigosos, os resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços poderão ser equiparados aos resíduos domiciliares (BRASIL, 2010). Portanto, com a intenção de priorizar o delineamento da pesquisa, optou-se pela abordagem de temáticas referentes aos resíduos domiciliares e os resíduos de estabelecimentos comerciais caracterizados como não perigosos e que, de modo generalizado, são os que surgem em decorrência das atividades domésticas e comerciais dos centros urbanos. Eles não apresentam perigo e são popularmente conhecidos como o “lixo comum domiciliar”, presente no cotidiano da maioria das sociedades.

Outra definição relevante a ser pontuada é o conceito de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), pontuado no mesmo *caput* e que engloba os resíduos sólidos domiciliares (já explanados) e os resíduos de limpeza urbana – os provenientes da varrição de logradouros, vias públicas e outros serviços de limpeza urbana (BRASIL, 2010). De modo geral, as pesquisas e estatísticas demonstram dados predominantemente sobre o RSU, sem distinguir os domiciliares dos de limpeza urbana, contudo, a presente pesquisa abordará os resíduos sólidos domiciliares provenientes da coleta seletiva. Em razão dessa dificuldade de segregação de dados, torna-se válido o esclarecimento sobre o termo para que sejam mais bem compreendidos os dados apresentados no decorrer do estudo. Identificou-se que tal complexidade de caracterização presente na legislação se dá em razão das diferentes destinações e órgãos responsáveis pela fiscalização, coleta, tratamento e disposição final adequadas.

Caracterizados não somente pela origem e periculosidade proposta na PNRS, as suas características físicas (secos e úmidos) e a composição química (orgânicos e inorgânicos) são relevantes para uma destinação adequada (RIBEIRO e MORELLI, 2009). Analisar o resíduo que é produzido por uma população antes de tomar medidas e elaborar ações de gestão, gerenciamento, planejamento e limpeza

urbana de algum município é imprescindível. Inclusive, o Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM) recomenda tal providência, pois considera que os resíduos variam de acordo com diversos fatores – como os hábitos e costumes locais, a atividade econômica predominante (comercial, industrial, serviços) e o clima, evidenciando a importância da regionalização dos serviços. Nesse tocante, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES) compreende que a quantidade de resíduo produzido por uma região é o resultado proporcional à população geradora e o nível e qualidade da urbanização na qual está inserida (BRASIL, 2012).

Quanto à responsabilidade de gerenciamento desses resíduos, a PNRS define que recai aos municípios a função de gerenciar e de fiscalizar (em vista da proximidade e conexão com as problemáticas locais e regionalizadas), enquanto ao governo federal recai as atividades de regular e de fiscalizar tais gerenciamentos (BRASIL, 2010). Cumpre-se registrar que a Constituição Federal não compete aos municípios poderes para que possam legislar sobre o Meio Ambiente, entretanto, o serviço de limpeza urbana e o gerenciamento de coleta e destinação final de resíduos domiciliares (pós-consumo) são administrados por esse ente em função da proximidade e conexão com os problemas locais (JARDIM, YOSHIDA, FILHO *et al*, 2012).

Para auxiliar na caracterização dos resíduos sólidos, frequentemente são utilizadas: a Norma Brasileira (NBR) 10.004 de 2004, que estabelece critérios para classificação de acordo com os riscos potenciais ao meio ambiente e a saúde humana; a instrução normativa 13 de 2012 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA), que descreve a lista brasileira dos resíduos sólidos; e, também, a Resolução 275 de 2001 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) - essa popularmente mais difundida, é a que estabelece o código de cores para cada tipo de resíduo, de modo a identificar os coletores (lixeiros) e incentivar e auxiliar na coleta seletiva de resíduos (NETO, 2013).

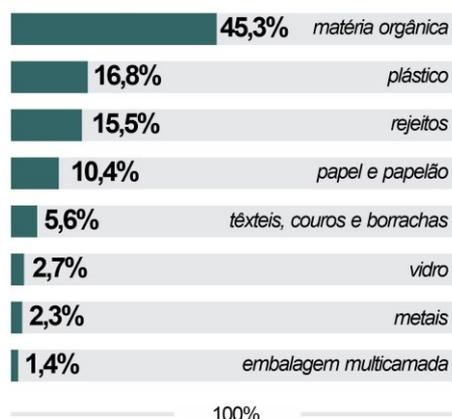
Embora existam inúmeros aspectos a serem considerados na caracterização do resíduo, Neto (2013) destaca que há um alinhamento conceitual da definição de resíduo sólido presente na legislação brasileira quando comparado com as definições presentes em documentos diversos, como a Agenda 21 da Organização das Nações Unidas (ONU), a própria NBR 10.004/2004 ou, ainda, com a legislação de resíduos norte-americana. Todos os documentos compreendem resíduo como

“subproduto da atividade antrópica com características específicas inerentes ao seu processo de constituição” (NETO, 2013, p. 5).

A partir da literatura e de modo sintetizado, o resíduo sólido não perigoso pode ser dividido em três grupos principais de resíduos: o reciclável, o orgânico e o rejeito. O reciclável é caracterizado pelo resíduo que pode retornar para a cadeia produtiva através da reciclagem, reuso ou aproveitamento energético e é a parcela das embalagens utilizadas pela população, tais como plásticos, papel, papelão, latas de alumínio e garrafas pet; o orgânico é a fração compostável gerada, principalmente, em decorrência da alimentação, como cascas de frutas, sobras de alimentos, borra de café, poda de árvores, entre outros; o rejeito é tudo que não é passível de reciclagem, reuso ou compostagem, incluindo todo o resíduo proveniente das lixeiras dos banheiros e, também, as máscaras e luvas, muito utilizadas pela população em razão da pandemia ocasionada pela COVID-19 desde o ano de 2020. (NBR, 2004; BRASIL, 2007; BRASIL, 2010). No Brasil, o rejeito inservível tem estabelecido como destinação final ambientalmente adequada o encaminhamento para decomposição em aterros sanitários (BRASIL, 2012).

A composição gravimétrica estimada dos resíduos sólidos urbanos brasileiros que são coletados pode ser observada através do Gráfico 1, onde é possível perceber que a maior parcela compete à matéria orgânica. Entretanto, os plásticos se apresentam em segunda posição, enquanto o papel e o papelão ocupam a quarta posição e, juntos, somam cerca de 27,2% do total coletado. Cabe aqui ressaltar que esses dados foram extraídos do PLANRES (2022), todavia, o próprio plano nacional registrou em nota que as estatísticas apontadas foram obtidas a partir de mais de 200 estudos e representam a média ponderada nacional a partir da compilação de diferentes pesquisas.

Gráfico 1 – Estimativa da Composição Gravimétrica média dos RSU coletados no Brasil.



Fonte: PLANARES (2022).

Outro recorte de pesquisa que busca compreender o cenário nacional de resíduos e foi apresentado pelo mesmo plano nacional é a demonstração do índice de reciclagem de resíduos secos provenientes de embalagens, demonstrados na Tabela 1 a seguir. Mesmo que a tabela utilize diferentes anos-base de levantamento estatístico, a diferença de tempo se encontra em proximidade máxima de dois anos, tornando possível estabelecer um comparativo no que tangencia a relevância de cada um deles. As latas de alumínio lideram, com 97,4% de índice de reciclagem, seguidas pelo papel e papelão que apresentaram 66,9%. O Plástico apresenta um índice de 22,10% e o vidro 25,8%.

Tabela 1 - Índice de reciclagem de resíduos secos provenientes de embalagens.

Resíduos Recicláveis de Embalagens	Índice de Reciclagem	Ano-base	Referência
Latas de Aço	47,10%	2019	Abeaço
Latas de Alumínio	97,40%	2020	Abралatas/Abal
Papel/Papelão	66,90%	2019	Ibá
Embalagem multicamada	42,70%	2020	Cempre/TetraPak
Plástico	22,10%	2018	Abiplast
Vidro	25,80%	2018	Abividro

Fonte: PLANARES (2022).

Quando comparados os resíduos predominantes (Gráfico 1) e o índice de reciclagem (Tabela 1), torna-se possível compreender a grandeza do potencial de reciclagem presente no resíduo sólido brasileiro.

No entanto, o estudo realizado pela Abrelpe (2022) revelou que apenas 93% do total de resíduos gerados no Brasil foi coletado. Em relação a esse volume coletado, somente 61% teve sua destinação final em aterros sanitários – como previsto no PLANARES, demonstrando que os 39% que não foram encaminhados ao aterro sanitário se somem aos 7% que nem sequer foram coletados, conduzindo ao fato de que esse enorme volume foi despejado em locais inapropriados e sem tratamento. Esses dados demonstram que, no Brasil, ainda se explora pela universalização da coleta e pela disposição correta dos resíduos (ABRELPE, 2022).

2.2 Aparato legal: o marco regulatório sobre os resíduos sólidos

O presente subcapítulo pretende examinar a trajetória percorrida pelo país e as conquistas em relação à legislação ambiental, o saneamento e o início da regulação sobre os resíduos sólidos nacionais.

Na década de 1970, o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA) foi formulado com o objetivo de eliminar o déficit de saneamento básico nacional, buscando atender o maior número possível de municípios com equilíbrio entre a oferta e a demanda dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. O plano era gerenciado pelo Banco Nacional da Habitação (BNH) que repassava recursos para Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESBs) que, de forma regionalizada, atendia os municípios cadastrados (ALMEIDA, 1977).

Para Turolla (1999), o plano não acompanhou a urbanização pela qual o país atravessava à época; porém, quando comparada a anos anteriores, corroborou com a aceleração e expansão dos serviços de saneamento em território nacional. O PLANASA foi um dos primeiros planos com abrangência nacional a investir no saneamento básico; no entanto, englobava somente a distribuição de água potável e esgotamento sanitário.

Nesse sentido, Neto (2013) pontua que a configuração organizacional utilizada para regular esse setor – até os dias de hoje – emergiu do planejamento sanitário da década de 1970, que concentrava um plano nacional, mas um atendimento estadual regionalizado para as demandas e que, portanto, considerava as particularidades de cada região. Contudo, por um longo período, isso colaborou para que as políticas e regulações sobre o saneamento evoluíssem apenas regionalmente, sem contemplar tópicos de interesse nacional acerca dos resíduos

sólidos urbanos, a promoção e o favorecimento do meio ambiente, a fim de estabelecer metas federais que pudessem evoluir o cenário e articular os diferentes entes federativos envolvidos. (NETO, 2013)

A primeira legislação ambiental brasileira que passou a tratar do meio ambiente de modo mais amplo, sem focar somente em saneamento, surgiu na década de 80, por meio da Lei nº 6.938/1981 que instituiu o Plano Nacional do Meio Ambiente (PNMA), que posteriormente foi regulamentado pelo decreto nº 99.274/1990 (BRASIL, 1981). Ele trouxe em seus objetivos algo além do abastecimento de água e do tratamento do esgoto, iniciando uma busca pela preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida. Também passou a contemplar uma visão social, econômica e ambiental, ao contrário do lado mais concentrado na parte operacional que foi demonstrada em ações anteriores (AMADO, 2013), dando início a uma tímida articulação de objetivo nacional.

No entanto, temáticas envolvendo Meio Ambiente adquiriram maior repercussão a partir de 1988, quando promulgada a nova Constituição da República Federativa do Brasil. Com um olhar mais humano, após o período de redemocratização do país, a constituição trouxe um panorama mais abrangente e disciplinou a questão ambiental em seu Capítulo VI, estabelecendo no artigo 225 que:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações(Cap IV, art 225, Constituição da República Federativa do Brasil, 1988).

A nova constituição aborda conceitos mais amplos sobre meio ambiente, com o viés mais direcionado ao saneamento, buscando o “essencial à sadia qualidade de vida” (BRASIL, 1988). Remonta uma ótica mais universalizada, tolerante, conectada com a localidade e baseada em preceitos democráticos e participativos – oposto ao período antecessor da ditadura militar, entre 1964 e 1984 – e provisiona o saneamento como um direito garantido ao cidadão, levando em conta os fatores que envolvem o meio ambiente. Ela também concedeu mais autonomia aos municípios, proporcionando competências próprias e com atributos para conduzir assuntos de interesse local, inclusive, aos serviços públicos de caráter essencial. Em vista disso, os municípios adquiriram a titularidade dos serviços de limpeza urbana (SILVA,

MATOS e FISCILETTI, 2017). Pode ser considerada, assim, uma grande conquista para a temática.

Todavia, embora a percepção local possa favorecer a administração dos serviços de saneamento – sendo capaz de identificar as diferentes particularidades vivenciadas no vasto território nacional –, as dificuldades se intensificam ao passo em que não existia um marco regulatório nacional, como, por exemplo, uma política nacional de saneamento básico que alinhasse os propósitos e ações da nação (NETO, 2013).

Em 1992 o Ministério do Meio Ambiente (MMA) é o órgão do poder executivo que busca conhecer, proteger e recuperar o meio ambiente e seus recursos naturais, adotando princípios e estimulando a prática do desenvolvimento sustentável no país, em todos os níveis e instâncias, enquanto governo e sociedade.

Então, de modo pulverizado, passam a surgir leis, decretos e sanções que buscam regular pontualmente as questões problemáticas provenientes desse formato de administração regional. Assim surgiu, por exemplo, a Lei 9.605/1998, que dispôs sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente – conhecida como a Lei de Crimes Ambientais (LCA) –, que passou a tratar de modo mais expressivo sobre os resíduos sólidos. Órgãos como o CONAMA e ANVISA foram relevantes para essa tarefa. Todavia, Galvão e Nishio (2009) pontuam que em 2002 já “havia oito ministérios e 17 órgãos federais que desenvolviam ações relativas ao saneamento ambiental” (GALVÃO JR.; NISHIO, 2009, p.211). Desse modo, a articulação entre os órgãos se mostrou necessária.

Em 2003, o presidente Luiz Inácio Lula da Silva assinou a medida provisória que deu origem à criação do Ministério das Cidades que, concomitantemente, consolidou a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA). A partir de então, a temática acerca das políticas de saneamento brasileiro passou a ser mais pautada pelos órgãos legisladores. Para Neto (2017), ainda que isso tenha proporcionado representatividade de integração entre as políticas urbanas, algumas ainda permaneciam desarticuladas. O Ministério das Cidades (MCid) de 2003 surge com a missão de:

melhorar as cidades, tornando-as mais humanas, social e economicamente justas e ambientalmente sustentáveis, por meio de gestão democrática e integração das políticas públicas de planejamento urbano, habitação,

saneamento, mobilidade urbana, acessibilidade e trânsito de forma articulada com os entes federados e a sociedade (Seção III, art 27, assunto VII, Lei nº 10.683, 2003).

Com autonomia técnica, financeira e administrativa para gerenciar ações na sua área de competência, ele também teve suas competências constituídas na lei 10.683 de 2003. Essa lei, que dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos ministérios, estabeleceu como temática para o Ministério das Cidades os seguintes tópicos:

- a) política de desenvolvimento urbano;
- b) políticas setoriais de habitação, **saneamento ambiental**, transporte urbano e trânsito;
- c) promoção, em articulação com as diversas esferas de governo, com o setor privado e organizações não-governamentais, de ações e programas de urbanização, de habitação, **de saneamento básico e ambiental**, transporte urbano, trânsito e desenvolvimento urbano;
- d) política de subsídio à habitação popular, **saneamento** e transporte urbano;
- e) planejamento, regulação, normatização e gestão da aplicação de recursos em políticas de desenvolvimento urbano, urbanização, habitação, **saneamento básico e ambiental**, transporte urbano e trânsito;
- f) participação na formulação das diretrizes gerais para conservação dos sistemas urbanos de água, bem como para a adoção de bacias hidrográficas como unidades básicas do planejamento e **gestão do saneamento** (Seção II, art 27, assunto III, Lei nº 10.683, 2003, grifo nosso).

No mesmo ano houve ratificação da lei do Ministério do Meio Ambiente que também passou a integrar a Lei nº 10.683, de 28 de maio de 2003, constituindo como competência desse ministério os seguintes tópicos:

- a - **política nacional do meio ambiente** e dos recursos hídricos;
 - b - política de preservação, conservação e **utilização sustentável de ecossistemas**, e biodiversidade e florestas;
 - c - proposição de estratégias, mecanismos e instrumentos econômicos e sociais para a **melhoria da qualidade ambiental e o uso sustentável dos recursos naturais**;
 - d - políticas para a **integração do meio ambiente** e produção;
 - e - políticas e programas ambientais para a Amazônia Legal;
 - f - zoneamento ecológico-econômico.
- (Seção II, art 27, XVI, Lei nº 10.683, 2003, grifo nosso).

Contudo, por mais que a regulação nacional passe a abordar temáticas relacionadas à sustentabilidade e ao meio ambiente, ainda não se identifica uma legislação específica acerca dos resíduos sólidos. Porém, progredindo rumo à conquista de um marco regulatório nacional de saneamento, fez-se necessário o levantamento de dados nacionais sobre o assunto, o que tornou o Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS) um grande coadjuvante na trajetória. O

SNIS, na realidade, surgiu ainda em 1994, quando um programa do governo federal construiu um banco de dados com informações de cunho operacional, gerencial, financeiro e de qualidade a respeito dos serviços de água e esgoto. Contudo, somente em 2003 o sistema passou a integrar dados sobre os resíduos sólidos urbanos e, por isso, foi incluído nesse momento na linha do tempo. Essas informações coletadas e organizadas foram de grande valia para as conquistas na legislação de resíduos, demonstrando a grandiosidade de uma política continuada, com pesquisas e levantamentos de dados periódicos em âmbito nacional (NETO, 2013).

No entanto, segundo Mesquita (2007), a Lei 11.445/2007 foi quem motivou o desencadeamento de significativas modificações no setor do saneamento ambiental brasileiro. Ela estabeleceu as diretrizes nacionais sobre o esgotamento sanitário, abastecimento de água potável, manejo de águas pluviais e, pela primeira vez, o manejo de resíduos sólidos urbanos foi incluído em âmbito nacional, mantendo os municípios como titulares dos serviços de saneamento básico e responsáveis pelo gerenciamento deles, mas com ações e providências delineadas (BRASIL, 2007).

A Lei de 2007 designou atribuições delegáveis (regulação, fiscalização e prestação do serviço) e indelegáveis (formulação da política e elaboração de plano) aos municípios brasileiros que, independentemente do porte, recebeu um prazo até o exercício financeiro do ano de 2014 para elaborarem o plano de saneamento básico municipal - podendo, os com menos de 20.000 habitantes, apresentar um plano simplificado. Faz-se necessário um parêntese na linha temporal de evolução da legislação para compreender que o prazo de elaboração desse plano municipal foi alterado para 2015 e, posteriormente, para 2017. No entanto, ainda em 2017, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) publicou a Pesquisa de Informações Municipais (MUNIC), constatando que cerca de apenas 28% dos municípios haviam elaborado tal documento.

Portanto, houve dilação do prazo até 2019 e, no ano de 2020, novamente foi alterado para 2022. Destaca-se que a lei de 2007 delimitou o acesso aos recursos orçamentários da União para serviços de saneamento, condicionando-os à existência de um Plano de Municipal de Saneamento Básico (BRASIL, 2007) e incentivando, desse modo, que os municípios que intencionem a captação de recursos federais para melhorias no setor elaborassem tal documento. Entretanto, em 2022, o relatório demonstrou que, em média, somente 60% dos municípios

brasileiros elaboraram o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e que cerca de apenas 55% possuem o Plano Municipal de Saneamento Básico (BRASIL, 2022).

Retornando à primeira década do milênio, surge então a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – lei nº 12.305 de agosto de 2010, regulamentada pelo Decreto nº 7.404/2010 – que tramitou por mais de vinte anos no Congresso Nacional até a sua sanção, e é considerada por diversos autores como o marco regulatório nacional (NETO, 2013; JARDIM, YOSHIDA, FILHO *et al*, 2012; FILHO e SOLER, 2019). Com forte articulação institucional entre os entes federados, o setor produtivo e a sociedade, a PNRS dá ênfase para questões de estímulo à disposição adequada de resíduos e à reciclagem. Instituiu a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, com diversas medidas e modernos conceitos de gestão de resíduos sólidos que visam à diminuição e geração dos mesmos (NETO, 2013). Dada a sua relevância, a PNRS será melhor discorrida no próximo subcapítulo.

A lei de 2010 organizou múltiplos princípios e políticas, e definiu, também, a necessidade de elaboração de um Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES). O plano foi aprovado em 2012, após a realização de diversas audiências públicas para discussão entre os mais variados atores: os entes federativos, as instituições privadas, a sociedade civil e organizações não governamentais, ele estabeleceu a organização de metas (a curto e longo prazo), diretrizes, programas e planos de ação para a melhoria na gestão de resíduos sólidos brasileiros. A partir de então, foi posta em prática a desejada articulação entre os diversos setores presentes na sociedade brasileira. Surgiram programas como o Lixão Zero, que busca a disposição de resíduos mais adequada ambientalmente evitando a eliminação deles diretamente no solo e sem tratamento (PLANARES, 2012). Esse documento teve sua revisão concluída recentemente, no ano de 2022.

Relevante colocar que o Ministério das Cidades foi extinto através da edição da Lei Nº 13.844, de 18 de junho de 2019, quando suas funções foram atribuídas ao novo Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), que surgiu por meio de uma ação do governo federal, visando reduzir o número de pastas e concentrar funções semelhantes dentro do mesmo ministério, a fim de realizar adaptações para otimizar a administração de programas, recursos e financiamentos. O MDR ergue-se a partir da união das pastas do Ministério das Cidades (MCID) e também do Ministério da

Integração Nacional (MI), ação resultante da medida provisória 870 de 1º de janeiro de 2019, que veio a ser oficializada pela lei 9.666 de 02 de janeiro de 2019. A missão desse ministério visa apoiar os municípios brasileiros nas ações de melhoria na qualidade de vida da população (BRASIL, 2019).

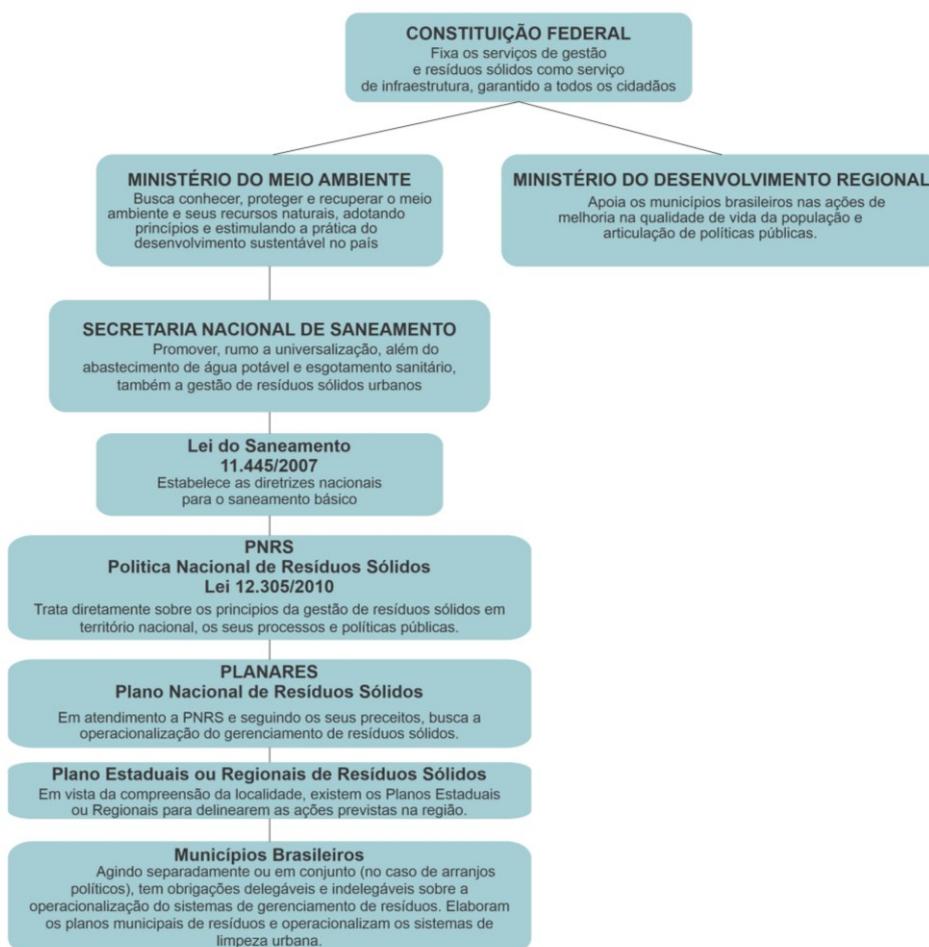
O contexto histórico evolutivo da regulação de saneamento brasileira demonstrou o lapso temporal entre as legislações e possibilitou compreender a atual configuração e cenário legal de regulação sobre resíduos sólidos. De modo resumido, a literatura demonstra que o marco regulatório nacional de resíduos sólidos se deu em 2010 com a criação da PNRS – a qual instituiu os princípios e responsabilidades e articulou os diferentes entes federativos e atores da sociedade em prol do bem comum –, que passou a ser implementada, e é praticada até os dias atuais, através do PLANARES. O plano estabelece metas nacionais, define programas, como os diferentes entes devem continuar o planejamento e colocar em prática os princípios previstos na PNRS (NETO, 2013; JARDIM, YOSHIDA, FILHO *et al*, 2012; BRASIL, 2010; BRASIL, 2012, BRASIL, 20122). Tal feito proporcionou a resumida compilação dessa trajetória que é demonstrada na Figura 2 por meio de uma linha do tempo evolutiva e na Figura 3 com uma organização da hierarquia desses órgãos.

Figura 1 - Síntese da legislação de saneamento brasileira.



Fonte: elaborada pelo autor (2023).

Figura 2 - Hierarquia da regulação nacional de resíduos sólidos.



Fonte: elaborada pelo autor (2023).

2.3 PNRS: princípios e etapas de gerenciamento

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) estabeleceu diretrizes para o gerenciamento adequado de resíduos sólidos em todo o país e é considerada o marco regulatório nacional (NETO, 2013). Já o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES) é um documento que orienta as ações de gestão de resíduos sólidos em nível nacional (BRASIL, 2022). Esse subcapítulo pretende realizar um recorte das políticas e princípios em interlocução com a legislação, documentos técnicos e a literatura, para o entendimento e esclarecimento de tópicos acerca dos processos que integram a gestão de resíduos.

Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos são termos recorrentes na literatura e legislações examinadas. A PNRS infere, no artigo terceiro, que o conceito de gestão está relacionado com as “ações voltadas para a busca de soluções para resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, sob a premissa do desenvolvimento sustentável” (BRASIL, 2010), enquanto o gerenciamento está direcionado à operacionalização, desenvolvimento e implantação dos sistemas exequíveis. Para Neto (2013), mesmo que semelhantes, eles apresentam conotações distintas, porém complementares, distinguindo-se pelo nível operacional onde são realizadas – a gestão a título de planejamento e o gerenciamento de execução das atividades. A gestão surge por meio das políticas ora mencionadas e o gerenciamento cabe aos municípios brasileiros, colocando em prática as premissas definidas nos documentos de gestão.

2.3.1 Os princípios da PNRS

Inicialmente, em seu terceiro artigo, a PNRS contempla 11 (onze) princípios que revolucionaram o cenário regulador ambiental nacional, dos quais 5 (cinco) serão a seguir destacados para serem brevemente explanados. São eles:

I - a prevenção e a precaução;

II - o poluidor-pagador e o protetor-recebedor;

III - a visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública;

IV - o desenvolvimento sustentável;

V - a ecoeficiência, mediante a compatibilização entre o fornecimento, a preços competitivos, de bens e serviços qualificados que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada do planeta;

VI - a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade;

VII - a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

VIII - o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania;

IX - o respeito às diversidades locais e regionais;

X - o direito da sociedade à informação e ao controle social;

XI - a razoabilidade e a proporcionalidade (Cap. 3, art 6º, lei nº 12.305 de agosto de 2010).

O primeiro destaque é a *prevenção e precaução*, imprescindível na etapa de gestão quando exprime que “a reparação de um dano ambiental é difícil e nem sempre possível, além de certamente mais custosa do que se tivesse sido evitada” (FILHO e SOLER, 2019, p. 31). Portanto, prevenir e precaver passam a fundamentar os documentos de regulação sobre os resíduos.

A *visão sistêmica na gestão dos resíduos* é o segundo princípio destacado, na medida em que considera a visualização do processo como um todo, considerando as variáveis que integram diferentes espectros – ambiental, social, cultural, econômico, tecnológico e de saúde pública, resultando na inter-relação das particularidades de cada assunto e repercutindo no proveito e equilíbrio comum entre eles (FILHO e SOLER, 2019).

Posteriormente, aponta-se o princípio *do desenvolvimento sustentável*, que busca pelo equilíbrio entre os três pilares da sustentabilidade: ambiental, social e econômico. Englobando o uso racional dos recursos naturais, é possível considerar que sustentável é “o desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de as gerações futuras satisfazerem suas próprias necessidades” (BRUTLAND *apud* FILHO e SOLER, 2019, p. 33).

A *responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos* colocou diversos atores “compartilhando” a responsabilidade pela vida útil de um produto, desde a sua fabricação até ele se tornar um resíduo (BRASIL, 2010). Esse princípio conta com atribuições individualizadas, direcionadas aos fabricantes, importadores e distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, que se comprometem em adaptar os processos produtivos e hábitos de consumo e descarte de modo a minimizar o impacto ambiental (FILHO e SOLER, 2019).

O último princípio destacado é o *reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social* que, assim como os outros, considera abordagens sociais, econômicas e ambientais. Essa perspectiva promove a valorização dos materiais presentes nos resíduos sólidos, “atribuindo a eles um potencial de utilização futura, para além do puro e simples descarte” (FILHO e SOLER, 2019, p. 41).

Estes são importantes princípios que surgiram a partir da PNRS e que são aplicados na regulação das políticas de gestão e gerenciamento dos resíduos, que envolvem uma série de etapas. Todos os onze são relevantes, mas, no aspecto

organizacional da gestão, os cinco anteriormente destacados encaminham para uma abordagem cíclica das etapas e proporcionam ênfase ao conceito de logística reversa, para a realização de uma gestão integrada do resíduo, ou seja, envolvendo diferentes entes federativos a atores da sociedade.

2.3.2 A logística reversa

O aumento dos hábitos de consumo da sociedade, a quantidade crescente de tecnologias e materiais disponíveis para a fabricação em escala industrial de produtos encaminharam a sociedade para uma natureza “descartável” de bens de consumo, onde a compra e o uso deles passou a se desvincular da utilidade efetiva (JARDIM, YOSHIDA, FILHO *et al*, 2012, p. 339). A década de noventa e o início do novo milênio pontuaram a modernização da vida em sociedade e isso desencadeou boa parte desses aumentos produtivos.

Em 1994 eram produzidos anualmente no Brasil um número em torno de 120 mil celulares, enquanto em 2006 o país passou a registrar cerca de 80 milhões de unidades produzidas no ano. As latas de alumínio começaram a ser produzidas nos anos noventa, já em 2006 ultrapassavam 14 bilhões de unidades produzidas anualmente, sendo um produto e uma tecnologia que sequer era utilizada em décadas anteriores, assim como as garrafas PETs que, naquele ano, bateram 19 bilhões de unidades produzidas (LEITE, 2009).

Para Leite (2017), a vida útil de um produto é o intervalo de tempo entre a finalização de sua produção e entrega a um consumidor, encerrando-se no momento no qual o consumidor se desfaz dele. A legislação federal diz, por definição, que logística reversa é:

o instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado pelo conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição de resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (art. 3, XII, Lei n.12.305, de 2 de agosto de 2010).

À luz da PNRS, o resíduo descartado tem possibilidade de retorno à cadeia produtiva. O conceito de logística reversa compreende que um produto passa por etapas completas, desde a indústria, distribuição, varejo, consumidor, coleta, até

reciclagem e destinação final. Segundo Leite (2009), logística pode ser entendida como uma área que busca o planejamento, controle e operacionalização de fluxos reversos nos períodos pós-venda e pós-consumo. A produção das indústrias é distribuída aos comércios para que cheguem ao consumidor final, gerando resíduos em todas as etapas e que, em grande parte, são compostas por embalagens ou pelo descarte de sobras; no entanto, podem ser passíveis de reciclagem, reutilização ou reaproveitamento.

Estudada desde a década de oitenta na Europa, como logística empresarial, levava em conta aspectos puramente operacionais. A logística reversa chega ao Brasil em um conceito inovador aplicado a políticas públicas e é implementada em 2010 através da PNRS (JARDIM, YOSHIDA, FILHO *et al*, 2012; LEITE, 2008). Incentivando, assim, a redução e o reaproveitamento de resíduos por meio da reciclagem, reuso e produção de matérias prima secundárias, buscando a minimização do impacto ambiental.

A responsabilidade compartilhada, princípio preconizado pela PNRS, atribui deveres a cada um dos atores envolvidos nesses processos, e o princípio do poluidor-pagador impõe a ideia de que quem polui deve se responsabilizar pelo reparo do dano causado em razão de suas atividades ou produtos. Quando combinados são fundamentais para a compreensão do conceito de que todos os atores estão envolvidos e são responsáveis pela geração e descarte adequados (BRASIL, 2010).

A figura 3 sintetiza o conceito da responsabilidade compartilhada, simbolizando um trajeto cíclico para o resíduo que pode ser reinserido no mercado.

Figura 3 - Etapas da logística reversa.



Fonte: elaborada pelo autor (2023).

2.3.3 Gerenciamento de resíduos

Instituída a política nacional (PNRS) e o plano nacional de resíduos sólidos (PLANARES), a primeira das etapas de gerenciamento é desenvolvimento do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Municipal (PGRS), por parte dos municípios (detentores da titularidade da limpeza urbana), identificando quantidades e contemplando objetivos, metas, ações e prazos quanto aos resíduos da localidade. Devem, além das premissas nacionais, os planos regionais e estaduais (BRASIL, 2010). Filho e Soles (2019) pontuam que “no caso do conteúdo dos planos, a PNRS trouxe um detalhamento muito maior para os Planos Municipais de Resíduo Sólidos, aprofundando as especificações em vários itens” (FILHO e SOLES, 2019, p. 66).

Para Neto (2013), a organização dos sistemas definidos pelos titulares da responsabilidade sob o gerenciamento dos resíduos pode ocorrer principalmente em dois modos: de maneira convencional (quando é responsabilidade de uma única

prefeitura municipal) ou em arranjo institucional (quando há o envolvimento de mais de um município). Por esse viés, os dois modelos de organização são possíveis e apoiados pela PNRS, visto que estimulam a interação entre os entes federativos da liberdade para optarem por operarem sozinhos ou em conjunto (arranjados por meio de políticas urbanas) de acordo com a análise definida em cada região (BRASIL, 2010).

As etapas que englobam o plano e definem o gerenciamento dos resíduos municipais consistem fundamentalmente nas operações de: coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada tanto dos resíduos sólidos quanto dos rejeitos inservíveis (BRASIL, 2010). No entanto, para o direcionamento da pesquisa, serão abordados no decorrer da redação, predominantemente, os aspectos de “coleta, tratamento e destinação final”. Através da figura 4 é possível compreender a ordem cíclica na qual o fluxo de serviço de limpeza urbana é instituído pela PNRS, onde o resíduo sólido gerado possui três principais caminhos: se tornar rejeito, permanecer como resíduo e ser triado para que possa ser comercializado ou então ser reduzido/reutilizado.

Figura 4 - Fluxo dos Serviços de Limpeza Urbana previsto na PNRS.



Fonte: Adaptado de JARDIM, YOSHIDA, FILHO *et al* (2012).

O objetivo da etapa de coleta é impossibilitar condições propícias para o desenvolvimento de vetores com potencial risco de proliferação de doenças (IBAM/SNS/MAS, 2009). Quanto aos tipos, a NBR 13463 apresenta a seguinte classificação de coleta: a regular (envolvendo as coletas: domiciliar, de resíduos de feiras, de praias e calçadões, de varredura, de resíduo de serviço de saúde, de

resíduo com risco para a saúde), a especial, a seletiva e a particular (de resíduo industrial, comercial e em condomínios) (ABNT, 1995).

É importante observar que a coleta seletiva não recebe a identificação “regular” perante a ABNT, ou seja, não tem regularidade determinada. Todavia, esse é um dos fatores que agrega desempenho aos serviços de coleta (BARBOSA, 2011).

A coleta regular e a coleta seletiva são as mais praticadas no Brasil e são de responsabilidade dos titulares desses serviços: os municípios (CEMPRE, 2008). Será dada ênfase à coleta seletiva durante a pesquisa, em razão do município de Porto Alegre/RS operar com esse sistema e contemplar o desenvolvimento dos estudos de caso.

A coleta seletiva é incentivada pelas políticas públicas, a fim de segregar de melhor maneira os materiais por categorias, beneficiando o seu posterior processamento (FILHO e SOLER, 2019). De acordo com a pesquisa CILOSOFT existem dois tipos presentes no Brasil: a coleta seletiva porta a porta – quando o prestador de serviço (público, privado ou cooperativas) recolhe os resíduos já segregados diretamente nos domicílios da população –, e a coleta feita pelos pontos de entrega voluntária (PEV's), onde a população deve separar os resíduos por tipo e levar pessoalmente até o ponto de coleta (CEMPRE, 2018). Contudo, a coleta seletiva ainda está distante da universalização, visto que cerca de somente 22% dos municípios brasileiros operam com essa modalidade (CEMPRE, 2018).

Depois de coletados, os resíduos são transportados para a etapa de tratamento e, em seguida, ou quando não houver tratamento, são encaminhados para a destinação final ambientalmente adequada. Seguindo o princípio da valorização do resíduo, quando possível, eles devem ser tratados, encaminhados para a etapa de triagem que deve, preferencialmente, ser realizada por cooperativas ou associações (BRASIL, 2010). Essa etapa intermediária de tratamento, entre a coleta e a disposição final do resíduo, possibilita a distinção entre o material passível de retorno ao ciclo produtivo e o rejeito. O PLANARES define que o rejeito tenha como destino adequado o encaminhamento para decomposição em aterros sanitários (PLANARES, 2022) e os aterros se configuram como obras que são destinadas ao confinamento seguro dos resíduos sólidos em local devidamente licenciado (COELHO *et al*, 2014).

Contudo, os municípios que não possuem sistemas de coleta seletiva e nem triagem de resíduos acabam por encaminhar o volume integral proveniente da coleta regular para os aterros sanitários, como se rejeito fossem, apontando um desperdício de materiais (ABRELPE, 2022).

Em relação às características de todo o volume de resíduos gerados no país, soma-se um potencial de reciclagem que gira em torno de 30% (ABRELPE, 2018). A etapa de triagem minimiza impactos ambientais, pode gerar emprego e renda e aumentar a vida útil dos aterros sanitários – em razão da diminuição do encaminhamento de materiais para destinação final. Entretanto, os dados Abrelpe demonstraram que, em 2018, o percentual de reciclagem foi de apenas 3%, totalizando, em média, 2,37 milhões de toneladas recicladas (ABRELPE, 2018).

Nesse contexto, além do longo trajeto em busca da universalização do serviço de coleta seletiva de resíduos no país, mostra-se necessária a ampliação nos setores de seleção e triagem de resíduos para elevação do índice de reciclagem nacional.

2.4 Galpões de Triagem: Cooperativas e Associações

Em 2001 foi fundado o Movimento Nacional dos Catadores (MNCR), em prol de políticas públicas que viabilizassem a gestão integrada dos resíduos brasileiros, de modo a valorizar, dar voz e proporcionar inclusão social dessa parcela da sociedade. Outro objetivo era a erradicação dos lixões a céu aberto onde famílias proviam o seu sustento a partir do lixo ali descartado. Pediam, em contrapartida, que houvesse investimento em recursos públicos para transferência dessas famílias e financiamentos para implantação de programas de geração de renda a partir da coleta seletiva (JARDIM, YOSHIDA, FILHO *et al*, 2012). Nesse sentido, entre diversos outros objetivos, a implementação da PNRS busca atender aos pedidos.

A figura dos catadores surgiu de forma espontânea, da busca de sustento no lixo com a seleção de objetos, artigos de uso pessoal e até mesmo alimento. A partir da década de 80, inicia-se uma estruturação desse setor, as primeiras organizações informais e posteriormente associações. Por meio da PNRS, “poderia afirmar-se que essa atividade cooperativada passa a receber atenção, estímulo e incentivo oficial para se organizar como atividade econômica formal” (JARDIM, YOSHIDA, FILHO *et al*, 2012, p. 114).

A partir dos anos 90, diversas entidades, como ONGs, instituições sociais, incubadoras e governos, começaram a promover a inclusão social e econômica dos catadores, por meio de campanhas. Com a implementação da coleta seletiva em diversas cidades, catadores informais puderam se unir e conformar associações e cooperativas para oferecer serviços (PINHEL, 2013).

Estabelecida a priorização da coleta seletiva formal dos municípios, a PNRS ainda preconiza que sejam preferidos os contratos com cooperativas e associações de catadores, constituídas de pessoas físicas de baixa renda, para a realização desse serviço (BRASIL, 2010). Essa ferramenta, com uma ótica ambiental social e econômica, almeja a geração de postos de emprego e renda para a população.

A fragilidade econômica dos catadores abre portas para a possível exploração de serviços em troca de reduzidos pagamentos sobre os materiais recuperados. Diante disso, para a escolha das entidades que operam o processo de triagem, a PNRS preconiza que: as cooperativas ou associações sejam coordenadas por catadores e não por técnicos das prefeituras, empresários ou organizações não governamentais (ONGs); a iniciativa privada – por meio da logística reversa e responsabilidade compartilhada – promova as ações de educação ambiental e capacitação desses recicladores; os contratos sejam desburocratizados, dispensando licitações e viabilizando assinatura de contrato e termos de parceria (JARDIM, YOSHIDA, FILHO *et al*, 2012).

Em Porto Alegre, existem Galpões de reciclagem implantados desde a década de noventa operando na triagem dos resíduos sólidos da capital gaúcha. Nos primeiros dez anos de operação, por volta do ano 2000, o município ganhou o um prêmio da entidade Compromisso Empresarial para a Reciclagem (CEMPRE), em razão do destaque face a melhor gestão de resíduos municipais a época. (PORTO ALEGRE, 2023).

O município opera, por meio do gerenciamento integrado, a coleta seletiva de resíduos sólidos recicláveis (conhecida como "lixo seco"). Além de ajudar a preservar o meio ambiente, a triagem desses resíduos gera oportunidades de emprego e renda para os recicladores que estão formalmente organizados em associações ou cooperativas.

Os caminhões coletam esses resíduos em todas as ruas que permitem a entrada de caminhões e os levam para unidades de triagem, onde os trabalhadores os separam em diferentes materiais (como plásticos, papel, vidro, isopor e garrafas

plásticas), prensam, agrupam em fardos e, posteriormente, vendem autonomamente para a indústria de reciclagem e/ou reaproveitamento.

A Prefeitura de Porto Alegre fornece toda a infraestrutura necessária para as unidades de triagem conveniadas, além de garantir o custeio de manutenção com um valor mensal de cerca de R\$ 5.200,00. O resultado da venda dos resíduos é dividido entre os membros das associações ou cooperativas que gerenciam cada unidade de acordo com cada conformação.

A fim de compreender os espaços e os processos envolvidos para desenvolvimento arquitetônico de galpões ou unidades de triagem para a coleta seletiva, buscou-se por conteúdo preferencialmente técnico e com caráter arquitetônico. O Ministério das Cidades (MCID), por meio da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, desenvolveu um termo de referência técnico para a elaboração do projeto básico e executivo completo dessas unidades (MCID, 2010b). O compilado reúne informações específicas para espaços de triagem que recebem resíduos da coleta seletiva, que é o enfoque dessa pesquisa. Consiste em um documento adaptado de outro termo desenvolvido anteriormente pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), denominado *Termo de Referência Geral – TR para a Elaboração de Projetos de Engenharia e Estudos Ambientais de Obras e Serviços de Infraestrutura de Sistemas Integrados de Destinação Final de Resíduos Sólidos Urbanos*.

O termo é subdividido em grupos de produtos e trata dos processos necessários para o desenvolvimento de um projeto desse porte, estabelecendo deveres do contratante e da contratada por meio de uma linha cronológica de etapas do processo. Primeiramente aborda os estudos de concepção de projeto, seguidos por serviços de campo, projeto básico do empreendimento e finaliza com um quarto produto que consiste no projeto executivo.

Desdobrando o documento, percebe-se que a escolha da localização do lote é a primeira tarefa para o início do projeto, possuindo relevante importância para o desenvolvimento da unidade, considerando que a boa inserção dela na malha urbana favorecerá a participação da comunidade e facilitará o deslocamento dos usuários da instalação. Recomenda-se que não sejam instaladas em áreas próximas de lixões e aterros sanitários e que não integrem centrais de processamento de resíduos, a fim de preservar a finalidade proposta, evitando deturpações de uso.

Definido o lote, o termo técnico prevê que sejam realizados serviços de campo para estudos preliminares, como o levantamento planialtimétrico para caracterização da área e estudos geotécnicos que verifiquem a aptidão superficial e subsuperficial para construção do galpão. Pita (2010) acrescenta como relevante averiguar a legislação de uso do solo para a região escolhida, assim como as características hidrológicas da área e o potencial para licença ambiental.

O produto seguinte compreende o anteprojeto arquitetônico, que contemplará o pré-dimensionamento dos espaços, a articulação entre eles e as especificações construtivas necessárias para a devida compreensão da edificação (sistema estrutural, vedações verticais e cobertura). O Ministério das Cidades reforça o cunho social e a importância da participação do usuário quando prevê que o anteprojeto deve ser apresentado à comunidade de catadores que utilizará a edificação, em um evento público promovido pela administração que receberá a instalação. Contudo, não aborda no documento a ferramenta que deverá ser adotada para aprovação do projeto pela comunidade de usuários.

A partir do anteprojeto será desenvolvido o projeto básico que resultará na definição das dimensões da edificação; dos sistemas construtivos aplicados; dos componentes construtivos e formas de fixação ou incorporação deles; da inserção do projeto no contexto urbano; do tratamento da área renascente de terreno. Por meio de desenhos técnicos, em escala 1:50, os projetos arquitetônicos, estrutural, de instalações prediais e urbanísticos. Acrescenta ainda que, se for o caso, os documentos exigidos pela legislação ambiental também deverão ser desenvolvidos na etapa de projeto básico.

De modo geral, pode-se identificar o predominante cunho burocrático do documento. No entanto, para a realização do estudo de caso, a definição dos parâmetros de análise dos galpões a serem estudados conduziu para uma abordagem técnica arquitetônica.

3. METODOLOGIA

Este capítulo busca referir os métodos, as técnicas e os critérios utilizados no decorrer da presente pesquisa, que ocorreu em duas etapas: na primeira etapa foi realizado o levantamento bibliográfico acerca do tema para que ele viabilizasse a definição dos parâmetros e critérios a serem aplicados na segunda etapa, que consistiu na realização do estudo de caso. O enfoque foi direcionado para a abordagem arquitetônica, a fim de alimentar o escasso conteúdo técnico sobre a temática, suprimindo fatores que abrangem o âmbito social e econômico das unidades analisadas.

O levantamento bibliográfico examinou inicialmente os documentos técnicos fornecidos pelo governo federal, buscando compreender o programa de necessidades envolvido nas etapas presentes nas Unidades de Triagem (UT). Em interlocução com a literatura técnica, sobre arquitetura, estabeleceu-se o programa de necessidades que integra o subcapítulo 3.1.

3.1 O programa de necessidades de um galpão de triagem

O Termo de Referência Geral (TR) para Elaboração de Projetos de Engenharia e Estudos Ambientais de Obras e Serviços de Infraestrutura de Sistemas Integrados de Destinação Final de Resíduos Sólidos Urbanos foi desenvolvido pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNS) do Ministério das Cidades (MCid) através da adaptação de um Termo de Referência anteriormente desenvolvido pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) em parceria com a Companhia do Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF, visando auxiliar na contratação de projetos e implementação de unidades de manejo e destinação final dos resíduos sólidos, por meio consórcios públicos, em diversas situações urbanas e em diferentes regiões e municípios brasileiros (MCD, 2010a). O documento foi elaborado em razão do PAC – Programa de Aceleração do Crescimento, criado pelo governo federal na primeira década dos anos 2000, englobando um conjunto de políticas econômicas para melhorias em áreas como saneamento, habitação, transporte e outras (BRASIL, 2008).

O TR organiza normas, informações, critérios e condições contratuais que viabilizam a contratação de inúmeros serviços sobre Resíduos Sólidos Urbanos.

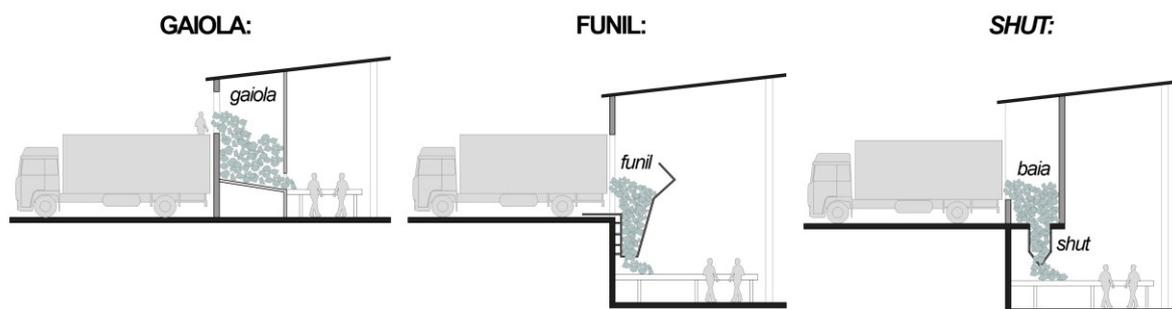
Além do termo referencial geral (TR), denominado assim pelo Ministério das Cidades, o documento ainda se ramifica em diversos outros termos específicos, esses intitulados como Termos Referenciais Técnicos (TR técnico), que variam de acordo com a contratação proposta em tela. Como exemplo: no caso da contratação de um projeto básico ou de obra de Unidade/Galpão de Triagem (UT), além da observância ao termo de referência geral (que lista os itens obrigatórios de maneira macro) o contratado ainda deverá explorar o termo referencial técnico específico à contratação, pois nele encontram-se as informações intrínsecas ao serviço a ser contratado (MCID, 2010b).

A fim de estabelecer o fluxo de trabalho e a organização espacial dentro de uma dessas unidades, o TR técnico para elaboração de projeto básico e executivo completo de um Galpão / Unidade de Triagem para coleta seletiva, delimita, no subitem 6.2, o programa de necessidades para concepção desse tipo de empreendimento:

Setor de recebimento e estocagem preliminar dos resíduos, a granel: é o ponto onde o resíduo é descarregado do caminhão de coleta seletiva municipal para entrar no processo de triagem dentro do galpão. Em alguns casos podem ser estocados em baias temporárias, protegidas das intempéries, em outros são dispostos em gaiolas, funis ou *shuts*, onde, pela ação da gravidade, os resíduos são conduzidos até a próxima etapa. Souza (2013) destaca que “o fluxo por gravidade auxilia a respeitar o princípio FIFO (*First in, first out* – primeiro que entra, primeiro que sai), essencial no caso de materiais sujeitos a degradação” (SOUZA *et al*, 2013). O FIFO evita a degradação do material, dado que o material novo é despejado sobre o material antigo, garantindo um fluxo contínuo do trabalho e dispensando maior controle sobre essa etapa.

A figura 5 demonstra exemplos de dispositivos que utilizam a gravidade para conduzir os resíduos do recebimento e estocagem preliminar até as superfícies de triagem.

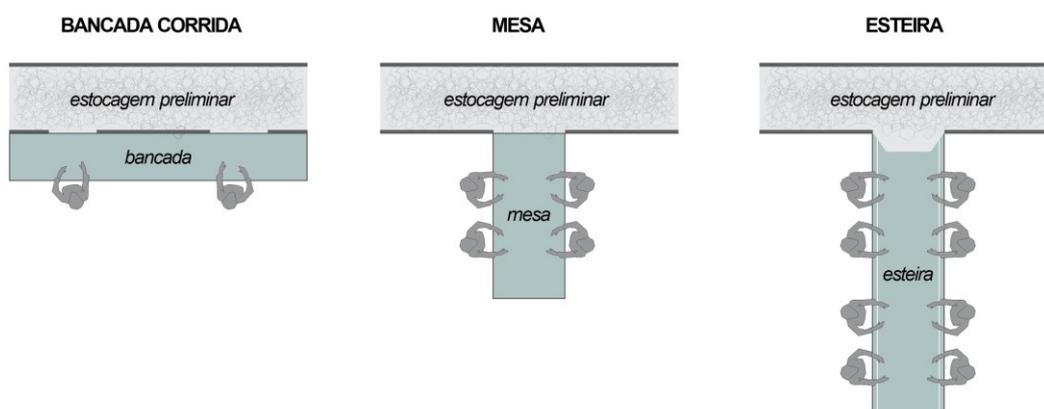
Figura 5 - Sugestão de dispositivos utilizados para o recebimento dos resíduos.



Fonte: adaptado de Campos (2013) e Fuão (2015).

Setor de triagem primária dos resíduos: após o recebimento e estocagem preliminar, o material é despejado sobre superfícies como bancadas corridas, mesas ou esteiras, onde será realizada a seleção manual dos resíduos de acordo com a sua principal característica física (plástico, tetrapak, papel, alumínio, etc.) ou por qualidade de reciclagem/reuso. Fuão (2015) destaca três principais leiautes que atendem essa etapa, e os mesmos são sugeridos pelo TR técnico e mais bem compreendidos a partir da figura 6:

Figura 6 - Esquema de leiautes para triagem.



Fonte: adaptado de Fuão (2015).

A bancada corrida é similar a uma mesa contínua, distribuída ao longo de toda a dimensão do dispositivo de estocagem preliminar, onde os triadores trabalham individualmente, afastados uns dos outros. As mesas são retangulares,

dispostas perpendiculares à estocagem, e os recicladores trabalham em pequenos grupos. Elas podem ser construídas em madeira ou metal. As esteiras são um sistema mecânico rolante onde o material é disposto e, mecanicamente, é distribuído aos recicladores agrupados no entorno dela.

A triagem pode ser considerada a etapa mais importante do processo, pois é nela onde são rasgados os sacos de lixo e categorizados da melhor maneira possível os materiais neles contidos (SOUZA *et al*, 2013). Posteriormente, são acondicionados em dispositivos transitórios para serem transportados dentro do galpão para outros setores, dando continuidade ao processo. O TR técnico exemplifica em texto os recipientes comumente adotados pelas centrais de triagem de resíduos sólidos, ilustrados pela figura 7:

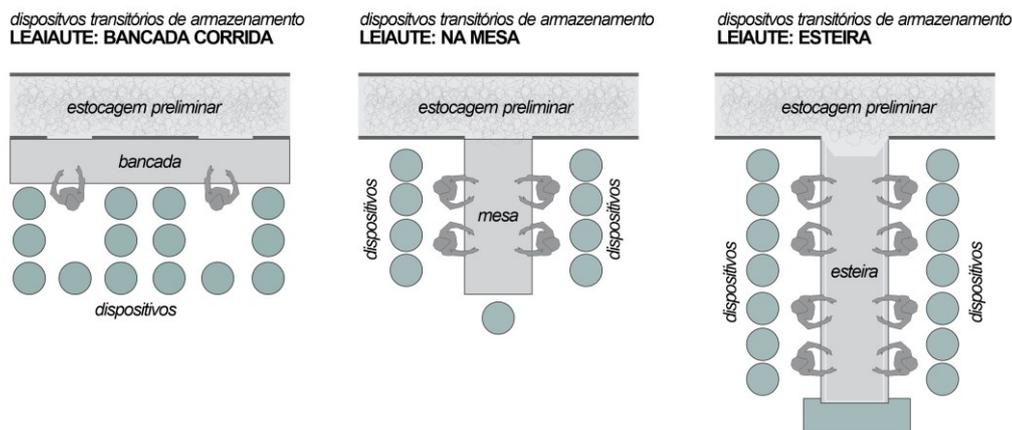
Figura 7 - Ilustração dos dispositivos de acondicionamento transitório.



Fonte: ilustração elaborada pelo autor (2023).

Sugere-se que a escolha dos dispositivos seja definida de acordo com a realidade de cada operação, considerando o tipo de resíduo triado, características físicas e gravimétricas, qualidade e quantidade habitual de recebimento. A figura 8 ilustra a localização dos dispositivos transitórios de armazenamento em relação aos leiautes sugeridos anteriormente.

Figura 8 - Sugestão de distribuição dos dispositivos transitórios.

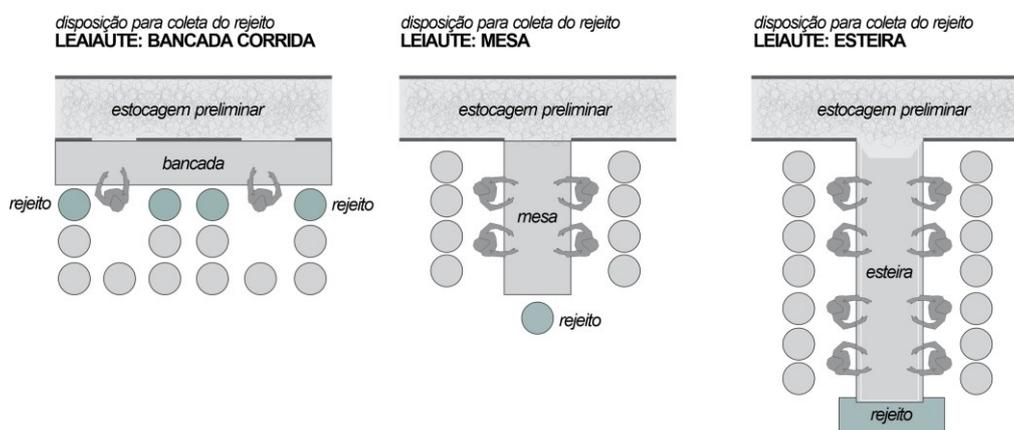


Fonte: adaptado de Fuão (2015).

Deve-se levar em conta que o transporte interno desses dispositivos demanda considerável esforço físico do encarregado e “pode ser facilitado com a utilização de empilhadeiras, carrinhos motorizados, carrinhos porta *bags*, pontes rolantes etc., equipamentos que não estão disponíveis na maioria dos empreendimentos”. (SOUZA *et al*, 2013, pg 53).

Além dos materiais selecionados para prosseguirem no processo, existe também o rejeito: o material que não apresenta as características necessárias para reciclagem/reuso ou, até mesmo, o que não detém valor comercial de mercado pelos compradores daquela localidade e esses serão encaminhados ao aterro sanitário para decomposição. Fuão (2015) sugere que o rejeito seja despejado na extremidade oposta a da entrada do resíduo, para que assim o fluxo seja linear.

Figura 9 - Esquema destacando a disposição do rejeito em relação a superfície de triagem.



Fonte: Adaptado de Fuão (2015).

A figura 9 demonstra uma sugestão para disposição dos coletores de rejeito, onde os recipientes de materiais que continuam no processo de triagem poderão ser posicionados atrás dos catadores quando adotadas bancadas corridas, mesas ou esteiras, enquanto o do rejeito poderá estar disposto na ponta das mesas ou esteiras. No caso das bancadas corridas, aconselha-se que os materiais mais pesados, assim como o rejeito, sejam colocados em recipientes mais próximos da bancada e os mais leves mais afastados, contribuindo para um menor esforço físico do triador.

Setor de triagem secundária e acondicionamento temporário dos resíduos: Após o resíduo triado ser despejado nos recipientes de acondicionamento transitórios, ele é movimentado para outros setores dentro do galpão. Pode prosseguir para baias, caçambas, prateleiras ou outro tipo de armazenamento onde permanecerá estocado, temporariamente, até atingir o volume necessário para prosseguir no processo ou ser encaminhado para a triagem secundária. As baias são espaços reservados aos materiais que aguardam à prensagem, dotadas de cercamento ou fechamento lateral e deverão possuir fácil acesso para inserção e retirada do seu conteúdo (FUÃO, 2015).

A triagem secundária consiste em uma complementação da triagem inicial, mas nem sempre está presente em todas as centrais de triagem - mesmo que fortemente sugerida pelos manuais técnicos (SOUZA et al, 2013). É uma etapa que pode agregar significativo valor de mercado ao material selecionado, a considerar que: na primeira triagem todos os plásticos podem ser despejados no mesmo recipiente, mas, caso haja a secundária, poderão ser minuciosamente segregados por cores, características físicas ou químicas e, desse modo, expandir a possibilidade de venda para algum comprador específico que esteja disposto a pagar por esse cuidadoso trabalho.

O TR técnico propõe que a segunda triagem seja executada de frente às baias de acondicionamento e em zona ampla, podendo ser sobre mesas móveis. Ali o material será despejado e cuidadosamente selecionado. Importante ressaltar que a presença dessa etapa varia em cada localidade, pois quando não há demanda para isso no mercado local, a atividade pode ocasionar o dispêndio de tempo da equipe e acarretar na redução de lucros.

Os materiais já selecionados, seja na primeira ou segunda triagem, são armazenados em baias ou outros dispositivos – preferencialmente dentro do

pavilhão – enquanto o rejeito comumente é transportado até uma caçamba localizada na parte externa, protegida das intempéries, e dali será coletado por um caminhão que o transportará até a destinação final correta em aterro sanitário.

Setor de enfardamento: as baias de acondicionamento temporário que atingem o volume de material favorável ao enfardamento são esvaziadas para que o seu conteúdo seja enfardado, empacotado ou mais bem acondicionado. No corpo do texto do TR técnico constam algumas recomendações para essa etapa, onde vidros podem ser acondicionados em estantes, quando inteiros, ou caçambas e bombonas quando em cacos; papéis e papelões deverão ser prensados em fardos com dimensões médias pré-estabelecidas (por normas ou pelo mercado comprador); embalagens metálicas serão prensadas em fardos e sucatas metálicas conformadas em fardos amarrados por tipo de metal.

Haja vista a diversidade de materiais e possibilidades de enfardamento, compreende-se que nesse setor poderão existir variadas categorias e dimensões de maquinários que auxiliam no labor – desde os maiores como as prensas verticais (Fotografia 1), balanças e trituradoras, aos menores como os arames, alicates e barbantes. Torna-se prudente que esses equipamentos, em vista de suas dimensões, sejam previamente considerados no projeto básico da edificação para a devida compatibilização com as particularidades de cada operação de triagem.

Fotografia 1 - Prensa Vertical utilizada no setor de enfardamento.



Fonte: fotografada pelo autor (2023).

Diante de tantos pormenores, Souza (2013) ainda acrescenta que existem estratégias operacionais para um melhor desempenho e aproveitamento do espaço físico do galpão:

O enfardamento reduz o espaço necessário ao estoque de material triado e facilita o carregamento dos caminhões. Algumas estratégias podem ser adotadas a fim de facilitar a prensagem dos fardos e aumentar sua estabilidade, como, por exemplo, remover ou “afrouxar” as tampas de frascos e garrafas (o que demanda tempo e recursos humanos) ou a mistura de papel triturado nos fardos de papel (que demanda uma trituradora para este fim) (SOUZA et al, 2013).

Setor de estocagem dos materiais recuperados: é a área destinada à acumulação dos materiais recuperados que estão embalados e prontos para comercialização. No caso dos mais usuais, os triados e vendidos em maior volume, o termo referencial recomenda que sejam reunidos em quantidade de “viagens fechadas”, ou seja, dispostos em uma área livre que suporte o acúmulo da produção do carregamento de uma venda inteira de alumínio, de papel ou de qualquer outro material. Com veemência pede que sejam estocados em área protegida das intempéries, principalmente da chuva, e com vedação lateral. Dispõe que os fardos sejam empilhados até o limite de 4 camadas, levantando a possibilidade de uso de empilhadeira nesse setor. Os menos usuais poderão ser armazenados em área interna ou externa ao galpão (de acordo com a possibilidade de exposição às intempéries de cada um), contanto que seja preservado espaço para o estacionamento de caçambas e área livre para manobra dos veículos que realizarão a remoção dos resíduos.

Setor de expedição: onde é realizado o carregamento dos veículos que coletam o material recuperado. O TR técnico sugere que, quando possível, implemente-se o recurso de docas que facilitem o acesso ao interior da carroceria do caminhão para o carregamento dos fardos com auxílio de carrinhos ou empiladeiras. Todavia, compreende-se que a utilização desse recurso está diretamente relacionada com as condições do terreno, o porte do empreendimento, a capacidade de produção na triagem e o tipo de material que é recebido para recuperação, pois, a depender do material, a coleta também poderá ser realizada por veículos utilitários ou mini vans.

Infra-estrutura administrativa e de apoio operacional: as etapas anteriormente descritas são exclusivamente operacionais, contudo, além da necessidade de

infraestrutura administrativa, contemplando escritório e sala de reuniões, há de se considerar que a equipe operacional necessite de espaços de apoio como banheiros, vestiários e refeitório. O TR técnico esclarece que para o dimensionamento desses espaços é de suma importância a definição da quantidade de pessoas presentes na operação para que os ambientes sejam proporcionais e, também, para que atendam às normas regulamentadoras presentes em diversas esferas, desde os planos diretores municipais até as estabelecidas pelo Ministério do Trabalho e Emprego a nível nacional.

3.2 Critérios para a análise espacial arquitetônica dos galpões de triagem estudados

A partir do programa de necessidade, identificou-se uma sequência de etapas que geram o fluxo de produção dentro da Unidade de Triagem (UT). Nesse contexto, Fuão (2015) descreve o fluxo de produção presente em um galpão de triagem como o movimento do material desde o ponto de recepção até a entrega final ou venda do resíduo, assim como um processo operacional ou produtivo.

Com abordagem predominantemente técnica, o termo referencial geral desenvolvido pelo Ministério das Cidades reúne, em seu subitem 6.2, uma lista com mais de trinta e oito documentos abordando: normas técnicas brasileiras, resoluções, leis nacionais, estaduais e municipais, manuais técnicos e demais orientações. Essas devem ser observadas para o pleno atendimento técnico, financeiro e das responsabilidades entre o contratante e o contratado durante o compromisso firmado para realização dos serviços contidos no termo.

Contudo, diante de numerosas orientações técnicas, concomitam relevantes valores não financeiros inerentes ao projeto arquitetônico. Esses são capazes de promoverem a valorização do indivíduo usuário da edificação, garantindo-lhe melhores condições de uso e celeridade nas atividades desempenhadas no interior do prédio. Littlefield (2011) destaca alguns desses tópicos:

Valor operacional: os benefícios gerados pela ocupação e pelo uso da edificação, que podem incluir funcionários mais produtivos ou maior qualificação de pessoas associados a uma nova escola.

Valor social: os benefícios mais amplos que um empreendimento traz para a sociedade, incluindo uma maior segurança para os residentes do local, após a conclusão de um projeto de melhoria na esfera urbana.

Valor da marca: edificações que transmitem mensagens por meio de seu projeto, fazendo isso refletir sobre o usuário. O edifício-sede da Wessex Water é um exemplo desse caso.

Valor cívico: Empreendimento que contribui para o entorno em termos de aperfeiçoamento físico da qualidade da pele da edificação, na esfera pública etc. Esse benefício atinge todos os usuários do local.

Valor estimativo: As edificações do entorno refletem o prestígio de um empreendimento de alta qualidade localizados nos arredores – seja uma obra como o Tate Modern ou um grande projeto de reforma como Paradise Street, em Liverpool. O valor estimativo se reflete nos proprietários e usuários das edificações locais, e isso, por sua vez, aumenta o valor de troca das edificações vizinhas (LITTLEFIELD, 2011 p. 49, grifos nossos).

Além dos valores não financeiros, também se mostra relevante a compreensão da forma do programa de necessidades. Há de se considerar que o formato do espaço é determinado em razão da sua função, porém ele não se limita exclusivamente ao desempenho dela, podendo ser adaptado com o passar do tempo e, sem engessamento, adquirir novos usos ou adaptações. Em um projeto arquitetônico o espaço é concebido a partir de sua função, enquanto o conjunto desses espaços – com diferentes funções – necessita de uma contrapartida, que é denominada como tema espacial (NEUFERT, 2022, p. 50). O tema espacial pode ser entendido como o arranjo entre os espaços, as suas conexões e os elementos que dão forma e autenticidade a ele.

Portanto, assimila-se que, além da análise dos manuais técnicos, as particularidades de cada operação e dos usuários que ocuparão a edificação são fundamentais. Nesse sentido, Fuão (2015) evidencia a importância de preconizar, durante as etapas de planejamento, a participação dos associados, a oitiva das necessidades específicas e a compressão dos fluxos de operação, com o propósito de desenvolver espaços funcionais, confortáveis, práticos e mais bem aproveitados. Do ponto de vista financeiro, contribui com o entendimento de que a atenção em “pequenas mudanças no planejamento do espaço podem facilitar seus trabalhos e aumentar seus ganhos”; já no que cerne a qualidade de vida e a valorização dos seres humanos usuários da edificação conduz para que sejam aplicadas estratégias capazes de fazer com que “o galpão deixe de ser somente um lugar de geração de renda, para tornar-se um local catalisador de relações humanas no bairro ou vila”. (FUÃO, 2015, pg 10 e 11)

Com viés arquitetônico, criou-se uma lista de critérios técnicos que podem incorporar projetos de construção ou reforma das Unidades de Triagem (UT), aspirando à qualidade de vida dos recicladores ali presentes e melhor desempenho

na operação. Embora não exista uma “receita de bolo” para o desenvolvimento de um projeto arquitetônico, seja ele qual for, acredita-se que quanto mais houver tópicos explanados, maiores serão as chances de aprimoramento da qualidade arquitetônica.

Os critérios a seguir elencados foram dispostos na mesma ordem do fluxo de produção sugerida pelo TR técnico, a fim de organizá-los desde a entrada do material, passando por todos os processos operacionais dentro de um galpão e chegando até o percurso final dos resíduos. Já os tópicos denominados como “Terreno”, “Fluxo de operação dentro de um Galpão de Triagem” e “Adoção de recursos com menor conteúdo energético intrínseco” não integram o programa de necessidades previsto no TR técnico. Todavia, eles são mencionados no documento de forma dispersa em meio às observações gerais e, devido à relevância percebida através da literatura, foram incluídos pelo autor como critérios de análise a serem aplicadas no estudo de caso.

3.2.1. Terreno

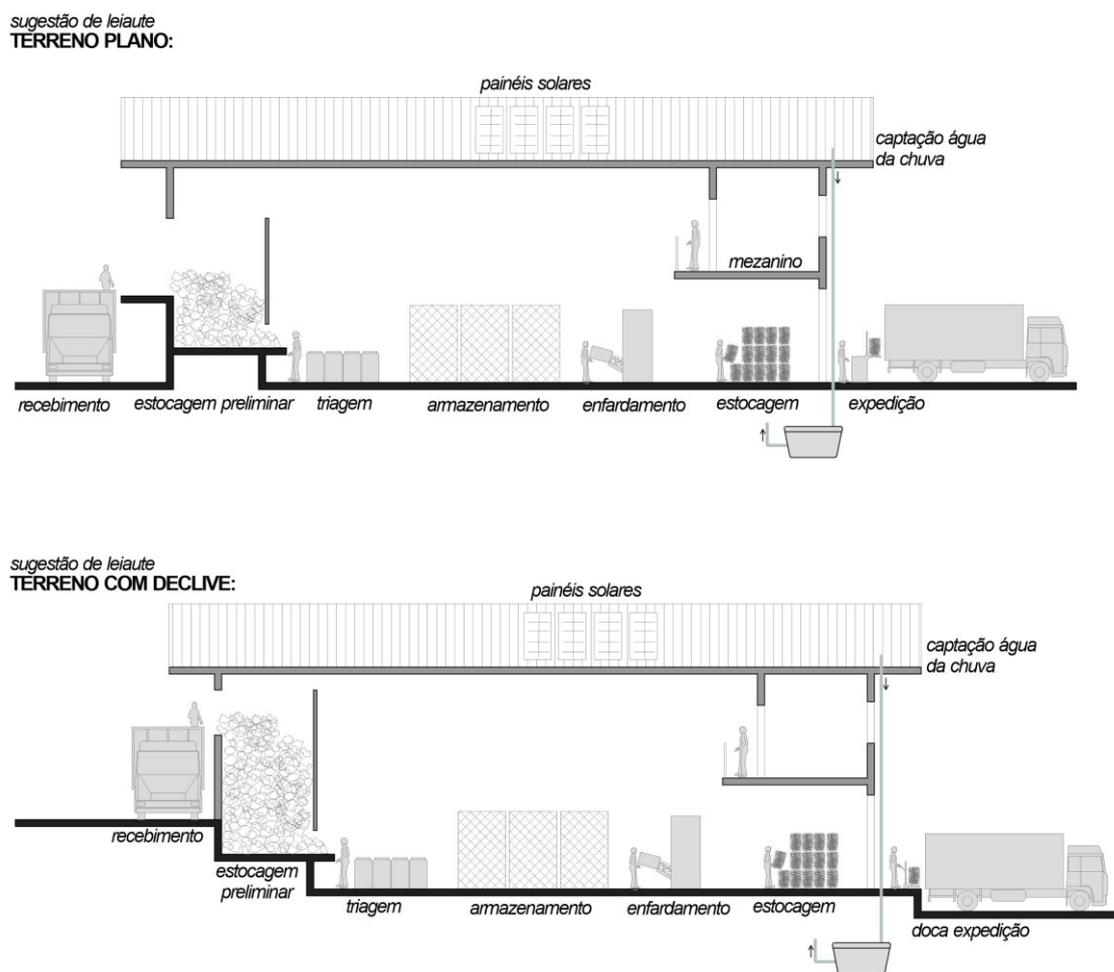
O TR geral lista cuidados multidisciplinares que tratam da aptidão ambiental, técnica e econômica atreladas à gleba que receberá os projetos propostos, envolvendo áreas além do conhecimento da arquitetura e urbanismo – como engenharias civil e ambiental, geografia, geologia, etc. Ele também define as quantidades de análises, levantamentos planialtimétricos e topográficos, escalas e detalhes técnicos necessários para caracterização da área. Já o TR técnico e a literatura acerca do tema abordam questões predominantemente direcionadas à escolha do lote, fator objeto dos tópicos explanados na sequência.

Terreno inserido em zona urbana: o TR técnico sugere que o terreno seja localizado em zonas urbanas e em proximidade dos grandes geradores. São vetadas áreas contíguas a lixões ou semelhantes, a fim de não haver a deturpação da finalidade proposta.

Declividade do terreno: o TR técnico sugere um terreno com desnível, considerando a entrada do resíduo pela cota mais alta para que, por gravidade, ele percorra até a cota mais baixa e seja distribuído ao setor de triagem. Todavia, Fuão (2015) destaca que, por meio de técnicas construtivas, como os patamares, pode-se obter o mesmo resultando em um terreno plano. A partir disso, deduz-se que o

desnível não é um fator determinante para escolha do terreno, mas, quando existente e dotado de potencial para aproveitamento no projeto, pode converter-se em vantagens para a operação. O TR técnico sugere, em seu anexo 1, duas soluções para melhor aproveitamento do terreno nas duas situações – com ou sem declive – demonstrados na figura 10:

Figura 10 - Sugestão para organização do galpão em terreno plano e também com



declive.

Fonte: adaptado do Anexo 1 do Termo Referencial Técnico (2008).

Distância em relação a comunidade de recicladores: a PNRS preconiza que o trabalho de triagem seja executado por entidades associadas ou cooperadas, a fim de proporcionar emprego e renda (BRASIL, 2010). Logo, quando o lote escolhido estiver inserido na comunidade que atuará na operação, além de minimizar custos

com deslocamento até o trabalho, possibilitará a geração de emprego, renda e entrosamento entre os usuários.

Conexão com a malha viária: tanto a chegada do material da coleta seletiva, quanto a retirada do rejeito são realizadas por caminhões e por trajetos que percorrem grande parte do município, com uma frequência praticamente diária. Então, facilitar as tarefas corriqueiras torna-se premissa para um bom projeto arquitetônico. Ademais, de modo geral, os aterros sanitários encontram-se a longas distâncias das zonas urbanas, tornando a conexão com a malha viária um importante critério a ser observado. Acrescenta-se que os visitantes, administradores municipais e órgãos fiscalizadores também frequentarão os galpões com assiduidade. Portanto, uma boa conexão com a malha viária é irrefutável.

Gabarito e pavimentação da via: o transporte dos materiais, na chegada e na saída, comumente é realizado por caminhões, por isso a observância ao gabarito e à pavimentação viária facilitará o acesso ao lote e, por consequência, o processo como um todo.

Pré-existência: há de se considerar que poderá ocorrer o reaproveitamento de prédios existentes cedidos pelo governo ou, ainda, por ocupações irregulares que conformam associações informais de recicladores. Uma tipologia edilícia reaproveitada deverá ser criteriosamente avaliada, pois, do contrário, poderá não abrigar o programa de necessidade completo e converter-se na solução menos econômica (FUÃO, 2015). A construção do pavilhão é o mais recomendado pela literatura.

Possibilidade de regularização urbanística do lote: a conformação informal de uma comunidade triadora poderá surgir em qualquer lugar da cidade, como em propriedades privadas ocupadas irregularmente, embaixo de viadutos e baixios ou, até mesmo, em prédios abandonados (FUÃO, 2015). Há de se considerar a possibilidade de regularização urbanística da gleba para que não haja futuros conflitos quando consagrada a formalização como cooperativa ou associação. A proximidades com Áreas de Preservação Permanente (APP), lixões e outras atividades que deturpem ou impossibilitem o uso da edificação devem ser evitadas. Portanto, a regularização fundiária é um fator relevante para a obtenção de todas as licenças necessárias para operação.

Vegetação no entorno imediato (cinturão verde): além de agregar na qualidade de vida dos usuários e da paisagem urbana, o TR técnico estabelece, no

item 8, que seja implementado cinturão verde em todo o perímetro da gleba com o plantio de cerca viva, a fim de atuar como barreira de ruídos, na proteção dos ventos e na amenização do calor.

Tratamento paisagístico: os manuais técnicos preveem que não seja realizado somente o projeto arquitetônico do galpão, mas que toda a área residual do lote (quando houver), receba tratamento paisagístico e de conexão com o entorno. Ferramentas de integração social, como hortas comunitárias e centros socioeducacionais também são sugeridos pela literatura e são capazes de proporcionar boas relações de conexão com o a comunidade (FUÃO, 2015).

Cercamento e portões: por questões de segurança, sugere-se cercamento com alambrado ou muro em todo o perímetro do lote, bem como a execução de portões para que haja controle do acesso de pedestres e veículos, evitando também a possível entrada de animais em busca de alimentos disponíveis nos sacos de resíduos.

3.2.2. Setor de recebimento e estocagem preliminar dos resíduos a granel

Facilidade de manobra do caminhão: usualmente a coleta seletiva é executada por empresas terceirizadas contratadas pelo município e os veículos utilizados por elas podem ser distintos, seja em função da gama de opções no mercado ou da região da contratação. Reiterando a relevância em contribuir com as tarefas cotidianas, deve-se preconizar uma confortável margem de espaço livre para realização de manobra, pois, mesmo que a área seja dimensionada para o veículo em prática à época do projeto, o modelo é passível de substituição (seja por modernização da frota ou contratação de empresa que opere com veículo diverso).

Facilidade de abastecimento na estocagem inicial: O dispositivo para estocagem dos resíduos (seja em gaiola, funil ou *shut*), deve possuir medidas que proporcionem a aproximação máxima entre o veículo e o dispositivo, com intuito de facilitar a retirada dos materiais do caminhão. Essa transição é realizada manualmente e, por vezes, com pás e vassouras que auxiliam na distribuição uniforme do conteúdo no dispositivo. Para auxiliar na atividade poderão ser incluídos sistemas mecânicos, similares com roldanas, que possibilitem o içamento de *big bags* carregadas com resíduos.

Cobertura da área de recebimento: a coleta do resíduo é um serviço de saneamento garantido pela Constituição Federal e que deve operar com periodicidade definida por cada município, independente do clima ou, até mesmo, de situações adversas como a pandemia vivenciada recentemente. Considerando o funcionamento ininterrupto, nos dias chuvosos ou demasiadamente ensolarados, a cobertura da área de descarregamento do caminhão proporcionará proteção e melhor condição para os indivíduos encarregados da tarefa. O TR técnico sugere que seja executada em formato de beiral, mas, imagina-se que também poderão constituir-se de telhado estruturado em mão francesa (figura 11) ou outra tipologia adequadamente escolhida pelo projetista.

Figura 11 - Cobertura da zona de recebimento de resíduos.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Pavimentação na área de recebimento: podendo ocorrer o derramamento do resíduo durante o processo manual de retirada do caminhão, colocando-o em contato direto com o solo, é aconselhada pavimentação na zona de recebimento, dotada de sistema de escoamento por ralos ou calhas para que, desse modo, minimize-se a possível contaminação do solo e seja facilitada a higienização da área.

Dispositivo de estocagem (gaiola, baia com shut ou funil): a escolha do dispositivo de estocagem deverá ser avaliada conforme a realidade de cada operação. Porém, independente do dispositivo adotado, percebeu-se que os fatores de limpabilidade, possibilidade de acesso para manutenção, durabilidade e

segurança durante o uso, constituem relevantes critérios a serem ponderados na fase projetual de construção ou reforma de uma UT.

Área para estocagem de grandes volumes: quando os grandes volumes descartados pela população chegam no recebimento, como as caixas de papelão que embalam eletrodomésticos (geladeiras, fogões e outros), eles, usualmente são retirados antes de ingressarem na triagem a fim de evitar obstrução dos dispositivos. Esses podem ser armazenados em caçambas ou baias localizadas próximas ao acesso dos caminhões no recebimento, proporcionando a redução de deslocamento do material (SOUZA *et al*, 2013).

Orientação solar da estocagem preliminar: a degradação dos resíduos estocados pode ser acelerada diante da baixa exposição solar, favorecendo a umidade, ou pela alta incidência de sol, proporcionando calor e acelerando a decomposição. O posicionamento adequado do Galpão em relação ao sol e, também, aos ventos predominantes, é capaz de proporcionar condições de trabalho mais adequadas. Fuão (2015) sugere que as gaiolas, ou outros dispositivos de estocagem preliminar, sejam instaladas preferencialmente nas orientações Leste ou Norte e que seja evitado o posicionamento para Sul e Oeste.

Fluxo por gravidade: o ritmo de chegada do material não é necessariamente o mesmo que o da equipe triagem. Uma razoável maneira de alinhar as etapas é a utilização do fluxo por gravidade. Nele, o resíduo é estocado em camadas, dispondo os mais novos por cima dos mais antigos. Para isso, o resíduo deverá ser depositado na cota mais alta do dispositivo e ser distribuído à equipe de triagem na cota mais baixa. Evitar a mistura entre o material novo e o anteriormente estocado confere a continuidade linear da produção. Todavia, é indispensável garantir que o volume de chegada de resíduos não seja muito aquém ao ritmo da triagem, o que poderá implicar na perda do material caso ocorra a deterioração antes dele ser distribuído aos triadores (SOUZA *et al*, 2013).

Material do recipiente de estocagem: no caso da gaiola, o TR técnico recomenda o uso de estrutura metálica lateralmente fechada com tela de arame trançado com fio grosso, visando a maior durabilidade e resistência do dispositivo; porém, a estrutura também pode ser executada em madeira. Na maior parte dos casos, a coleta seletiva é realizada por caminhões convencionais e esses não contam com sistema de compactação prévia. Contudo, caso a compactação seja utilizada, há de se prever que o resíduo será descompactado no interior do

recipiente e isso provocará o possível estufamento da estrutura que poderá romper-se (FUÃO, 2015). Quando utilizados funis ou *shuts*, via de regra, o resíduo primeiramente é despejado em baias e na sequência é conduzido, pela força da gravidade ou mecanicamente, através de dutos construídos em chapas metálicas, até o setor de triagem.

Limpeabilidade da área de estocagem: na coleta seletiva prevê-se que o resíduo seja cuidadosamente segregado na residência do usuário, anteriormente a coleta, mas, por vezes, ele poderá encontrar-se sujo ou carregar consigo partes de matéria orgânica, atraindo pragas ou se decompondo mais facilmente na estocagem. Por consequência, aconselha-se a especificação de material ou revestimento que viabilize a limpeza periódica do recipiente, como revestimentos cerâmicos sobre a alvenaria ou pinturas mais resistentes no caso dos dispositivos metálicos (FUÃO, 2015).

Manutenção da área de estocagem: o acesso à parte interna do dispositivo, para manutenção ou limpeza, carecerá de formato que proporcione segurança ao usuário responsável e que possibilite o porte dos utensílios necessários para a tarefa. Deverá ser evitado o acesso de usuários que pisem sobre os resíduos estocados.

Escoamento próximo ao dispositivo de estocagem: a inclusão de sistemas de escoamento através de ralos ou canaletas favorecem a atividade de limpeza periódica do setor.

3.2.3 Setor de triagem primária dos resíduos

Conexão entre a estocagem preliminar e a superfície de triagem: Souza (2013) destaca que, em vista dos diferentes volumes e composições gravimétricas estocados, surge a possibilidade de obstrução do caminho (ocasionado por grandes materiais) ou espalhamento (no caso dos pequenos). A literatura recomenda que durante o descarregamento do caminhão haja uma separação prévia, possibilitando a remoção dos volumes propícios ao congestionamento do dispositivo. Ainda assim, os menores materiais, não ensacados ou a granel, podem espelhar-se com facilidade e transbordarem sobre a superfície de triagem. O TR técnico não estabelece medida padrão a ser utilizada nesses casos, cabendo ao técnico observar e dimensionar de maneira adequada.

Leiaute adotado na triagem: estabelecido que a triagem será realizada manualmente, são sugeridos os seguintes arranjos para atenderem a função: a bancada corrida, mesa ou esteira elétrica. Cada leiaute apresenta diferentes pontos a serem levados em conta no momento de escolha:

Bancada corrida: disposta paralelamente à estocagem, a bancada ocupa um menor espaço da edificação. Entretanto, comparado aos outros arranjos, notou-se que ela comporta um menor número de triadores em função de limitar-se a dimensão do dispositivo de estocagem preliminar. Outra questão observada é que nessa configuração os recicladores permanecem afastados para que, entre eles, sejam alocados os dispositivos transitórios com os materiais selecionados. Logo, a interação entre a equipe é reduzida e pode prejudicar a integração, ou, contribuir, no caso de coordenações mais autoritárias (FUÃO, 2015).

Mesas: dispostas perpendicularmente à estocagem, acomodam ao longo do seu comprimento grupos com diferentes números de triadores e a quantidade deles se altera em função da dimensão da mesa. Identificou-se que esse leiaute pode proporcionar uma seleção mais cuidadosa, levando em conta que cada indivíduo do grupo é responsável pela seleção de algum material específico, limitando o foco na busca, o que não acontece no caso das bancadas corridas, onde o mesmo triador deve selecionar todos os tipos de materiais (FUÃO, 2015). A configuração favorece a interação entre a equipe e, do ponto de vista de social, pode ser uma boa alternativa para integração da equipe.

Esteira elétrica: disposta perpendicular à estocagem, funciona com lógica similar à da mesa: os recicladores são posicionados ao longo do comprimento do dispositivo. Para Souza (2013), um notável ângulo a ser ponderado para a escolha desse leiaute é que a velocidade de rotação da esteira determina o ritmo de trabalho da equipe e isso pode prejudicar a diversidade dos recicladores, desconsiderando a individualidade deles como a idade ou possíveis limitações físicas. Acrescenta-se que, tratando-se de um dispositivo mecânico, a esteira é passível de pane, exige manutenção

periódica e podendo ocasionar a paralisação do setor, atingindo o faturamento da unidade.

Material das bancadas corridas ou mesas: quando escolhidas mesas ou bancadas corridas, o TR técnico sugere que essas sejam metálicas, almejando maior durabilidade e facilidade de limpeza. Quando construídas em madeira, podem apresentar resistência inferior e estão mais suscetíveis a danificação por cupins ou deterioração causada por umidade.

Presença de aba no perímetro da bancada corrida/mesa: os manuais técnicos sugerem a presença de abas na maior dimensão da superfície onde é realizada a triagem, com intuito de evitar o espalhamento dos materiais que poderão cair sobre o piso, ocasionando retrabalho ao triador que deverá juntá-lo ou prejudicando na circulação de pessoas no setor. A Figura 12 ilustra uma sugestão para essa solução:

Figura 12 - Sugestão para aba no perímetro das mesas de triagem.



Fonte: adaptado de Fuão (2015).

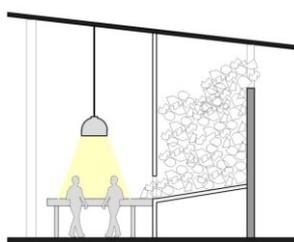
Limpeabilidade da superfície de triagem: o TR técnico pede preferência para a utilização de metal na superfície onde será realizada a triagem, preferencialmente os menos suscetíveis à corrosão. Apesar disso, sabe-se que esses possuem custo elevado se comparados à madeira, mas, independentemente do material escolhido, percebeu-se que a possibilidade de limpeza deverá ser considerada no momento da especificação.

Iluminação do setor operacional: serão separados em dois subitens, levando em conta a iluminação natural e também a artificial, para que, no momento de análise, sejam avaliadas separadamente.

Iluminação artificial: mesmo que a operação ocorra durante o período de maior claridade do dia, entende-se que iluminação artificial eficiente contribua para com o melhor desempenho das atividades. Também devem ser levados em conta os dias nublados ou chuvosos, onde a iluminação natural é reduzida, dificultando as tarefas ali realizadas e, até mesmo, prejudicando a saúde dos usuários. Outro fator a ser ponderado é o acesso ao pavilhão independentemente do horário do dia, pois poderão ocorrer emergências ou, então, carregamentos e descarregamentos em horários noturnos, o que tornará indispensável a iluminação artificial interna e externa da edificação. Do ponto de vista técnico arquitetônico, sugere-se que, além da iluminação distribuída uniformemente em todo o setor operacional, haja pontos de iluminação direcionados sobre as superfícies de trabalho (Figura 13).

Figura 13 - Iluminação sobre a superfície de triagem.

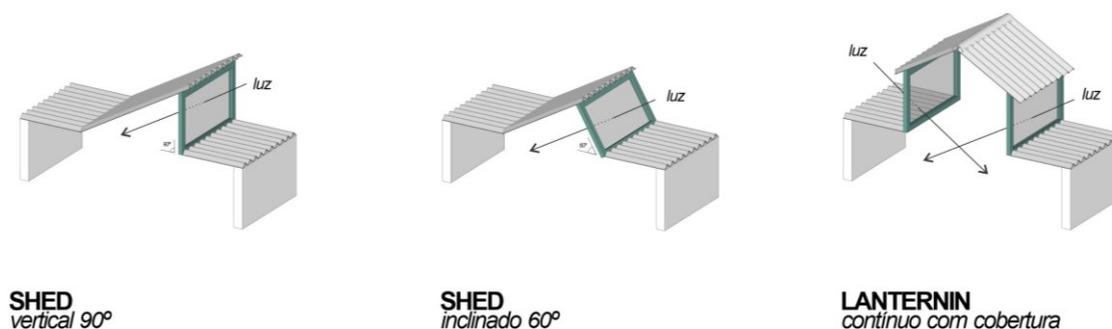
sugestão para
ILUMINAÇÃO NA TRIAGEM



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Iluminação natural: aconselhada por diversas normas e manuais técnicos, a iluminação natural agrega melhores condições de trabalho aos usuários e pode potencializar a redução de custos com iluminação artificial. Os recursos de iluminação zenital, como os *sheds* (retos ou inclinados) e lanternins (Figura 14), mostram-se eficazes para a tipologia edilícia frequentemente utilizada nas unidades de triagem.

Figura 14 - Sugestão de shed e lanternin.



Fonte: adaptado de Neufert (2022).

Ventilação natural: aspirando ambientes com condições apropriadas para a saúde dos operadores, a ventilação natural auxilia no controle da temperatura e na renovação de ar do ambiente (SOUZA *et al*, 2013). Outro fator é que, mesmo oriundos da coleta seletiva e segregados pela população, os resíduos podem manifestar odor específico, causado por restos de matéria orgânica e sobras de produtos que permanecem no interior de algumas embalagens, incentivando adoção de apropriada ventilação e renovação de ar do ambiente.

Espaço para múltiplos dispositivos transitórios: Souza (2013) destaca que materiais leves, como as garrafas pets, podem ser acondicionadas em grandes bags de nylon, tendo em conta que quando dispostos em tambores ou bombonas, o peso próprio dos dispositivos poderá ser superior ao das garrafas arranjadas ali dentro, dificultando o transporte pela equipe responsável pela movimentação e demandando maior esforço físico. Mesmo considerando que os dispositivos possuam diferentes dimensões e que são definidos pela coordenação da operação e não pelo projetista, salienta-se que garantir espaço suplementar nessa etapa possibilitará a variação e a modernização dos dispositivos no decorrer da operação.

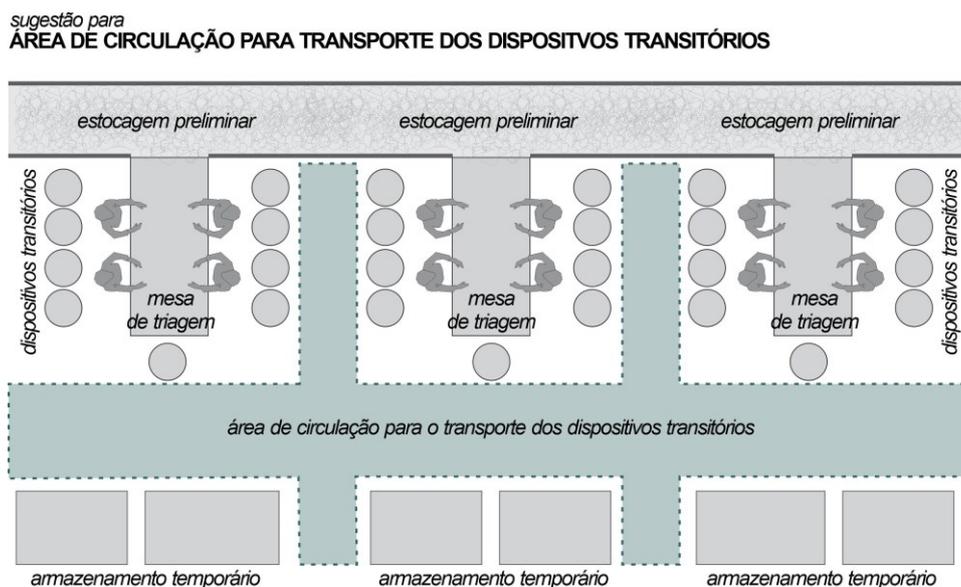
3.2.4 Setor de triagem secundária e acondicionamento temporário dos resíduos

Primeiramente, tratando exclusivamente dos itens que integram a etapa de acondicionamento temporário, destacam-se os seguintes critérios de análise:

Área livre para circulação dos deslocadores: os deslocadores ou bomboneiros transportam o material da triagem primária até o acondicionamento temporário. A tarefa pode ser realizada manualmente, demandando maior esforço físico do

encarregado, ou com o auxílio de carrinhos que facilitem o transporte. A partir da leitura dos manuais, identificou-se que a existência de uma faixa livre para circulação poderá facilitar essa atividade. A figura 15 demonstra um arranjo possível nessas situações quando utilizado o leiaute de mesas de triagem:

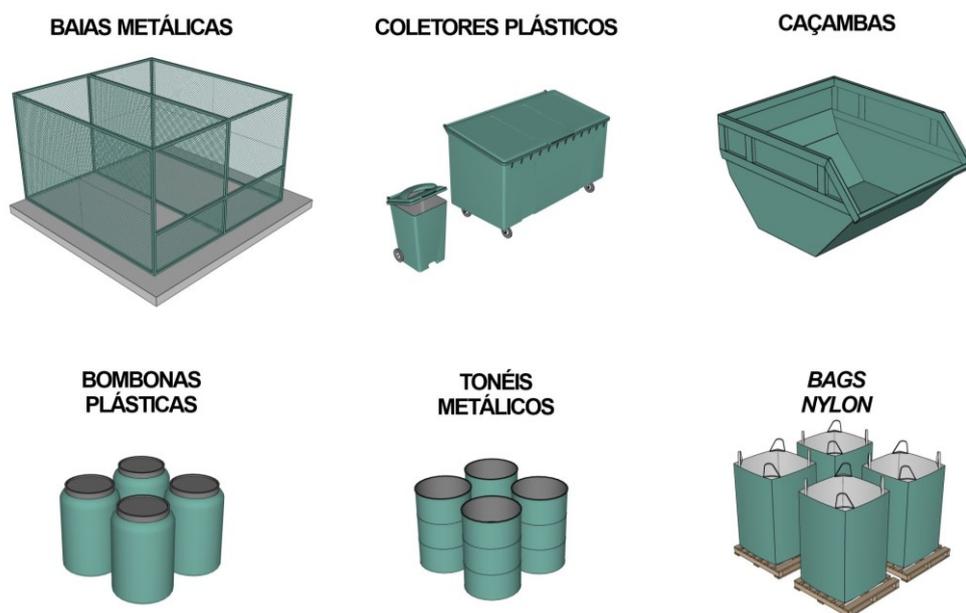
Figura 15 - Sugestão de circulação para o transporte dos dispositivos transitórios de acondicionamento.



Fonte: elaborada pelo autor (2023).

Formato do dispositivo de acondicionamento de materiais recuperados: seja em baias, gaiolas ou até mesmo nos próprios dispositivos transitórios de transporte, é relevante que o dispositivo tenha formato adequado, a fim de favorecer o labor. Usualmente o despejo e retirada dos materiais durante o acondicionamento temporário será realizado de maneira manual. Quando convenientemente e ergonomicamente projetado, o acesso poderá ser facilitado, contribuindo com a saúde dos encarregados e com o desempenho da função em si. É imprescindível que fiquem em local coberto e protegido das intempéries. A figura 16 destaca possibilidades para esses dispositivos de armazenamento dos materiais recuperados:

Figura 16 - Dispositivos de armazenamento mais usuais para materiais recuperados.



Fonte: ilustração elaborada pelo autor (2023).

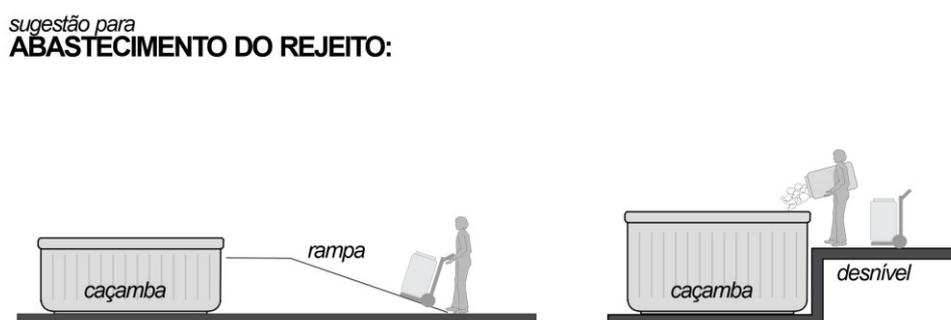
Manutenção dos dispositivos de armazenamento: assim como no acondicionamento preliminar, a observância da limpabilidade e manutenção do dispositivo é indispensável para a longevidade dele. São indicados pelos manuais: o metal quando utilizados dispositivos como cestos ou baias metálicas; plástico ou metal quando utilizados tambores e bombonas (FUÃO, 2015); e alvenaria revestida com cerâmica, no caso das baias.

Dispositivo de acondicionamento do rejeito: usualmente o dispositivo para estocagem do rejeito é fornecido pelo órgão responsável pela coleta, dimensionado e construído em material que favoreça o transporte dele até o aterro sanitário e, quando fornecido, assemelha-se com caçambas metálicas que são facilmente transportadas por caminhões. São possíveis situações nas quais o rejeito será acondicionado em local construído no lote e, nesses casos, é fundamental a observância de normas específicas que previnam a contaminação do solo com o chorume produzido pelo lixo. O fornecimento do dispositivo pelo órgão responsável é pré-estabelecido em contrato e pode variar de acordo com a região contratada, podendo a UT ser responsável pelo encaminhamento do rejeito até o aterro sanitário, tornando assim imprescindível a atenção a este item para o correto

dimensionamento do espaço onde será realizada a tarefa. O dispositivo deverá estar em área coberta e protegida das intempéries.

Facilidade de abastecimento do estoque de rejeito: o rejeito inservível será transportado diariamente do setor de triagem até o dispositivo de estocagem; portanto, a proximidade dos setores e a facilidade para despejo do material no recipiente colaboram para o melhor desempenho da atividade. No caso do uso de containers ou caçambas, sugere-se um desnível do terreno ou rampa para que o piso fique próximo ao topo do dispositivo, conforme representado na figura 17.

Figura 17 - Sugestão para abastecimento do rejeito.



Fonte: adaptado de Fuão (2015).

A triagem secundária também integra o item 3.2.3 e abaixo serão relacionados os critérios de análise que integram essa etapa.

Existência de triagem secundária: fortemente recomendada pelos manuais técnicos, configura-se como uma triagem mais refinada, onde os materiais do mesmo tipo são classificados em tantas subcategorias quantas demandadas pelo mercado comprador (SOUZA *et al*, 2013).

Localização da triagem secundária: quando existente, o TR técnico indica que essa seja realizada em local próximo ao acondicionamento temporário, preferencialmente em frente ao armazenamento temporário, e com a amplitude necessária para o desempenho da função.

Dispositivo adequado para triagem secundária: o dispositivo mais indicado pelo TR técnico é a mesa de triagem móvel; contudo, entende-se que outros dispositivos podem ser utilizados para a demanda, desde que eles atendam à necessidade prevista para a realização da tarefa.

3.2.5 Setor de enfardamento

Área dimensionada para maquinário específico: o enfardamento do material poderá ser realizado com auxílio de prensas verticais, balanças e outros maquinários. A partir do conhecimento técnico vivenciado pelo autor, sabe-se que também podem existir compradores de materiais específicos – por exemplo os que adquirem plásticos já em flocos – onde a UT, além de segregar o material, necessita de uma máquina extrusora para deixá-lo no formato de floco para prosseguir com a venda. É primordial que os equipamentos sejam considerados e posicionados em arranjos adequados do espaço (quando houver a necessidade deles).

Proximidade entre os setores de enfardamento e estocagem: após serem enfardados, os materiais serão organizados e estocados para a futura comercialização. Por se tratarem de fardos pesados, aconselha-se que o setor de enfardamento se localize próximo ao de estocagem, desse modo, reduz-se o deslocamento e o esforço físico da equipe responsável pelo transporte.

3.2.6 Setor de estocagem dos materiais recuperados

Acondicionamento adequado do estoque: o TR técnico indica que os materiais recuperados, disponíveis para a comercialização, sejam estocados em ambiente fechado, protegido das intempéries e lateralmente vedados - com exceção das sucatas, vidros e outros resistentes às intempéries, pois esses poderão ser armazenados externamente em dispositivos que não estejam em contato direto com o solo. Considerando que o volume de estoque está diretamente relacionado com o de vendas e, portanto, é variável, levanta-se a possibilidade de se considerar a higienização do setor de estocagem independentemente do volume armazenado. Uma sugestão é o uso de pallets que poderá prevenir a deterioração antecipada do material, em função da umidade, e facilitar quando o transporte se der por meio de empilhadeiras.

Depósito de materiais específicos: de modo geral, os materiais majoritariamente triados (como o papel, plástico e alumínio) enquadram o maior fluxo dentro dos galpões e são comumente armazenados em um setor integrado ao operacional – o que facilita a lida diária. Entretanto, podem existir alguns materiais descartados em menor quantidade pela população ou que detenham reduzida

demanda de compra pelo mercado local - como é o caso de eletroeletrônicos e garrafas de vidro quando ainda inteiras. Logo, esses demandam um maior período de estocagem antes da venda e o armazenamento desses materiais em um depósito específico poderá proporcionar maior durabilidade, melhor visualização, controle do volume estocado e, também, diminuir os riscos com avarias ou danos aos materiais.

3.2.7 Setor de expedição

Proximidade entre o setor de expedição e o de estocagem: a expedição é conseguinte à estocagem dentro do fluxo de processos de uma UT; portanto, quando em proximidade, além de facilitar o deslocamento, proporcionará o compartilhamento de equipamentos entre os setores – como no caso das balanças que são utilizadas na checagem de peso dos fardos durante a estocagem e, posteriormente, na expedição, a fim de demonstrar a carga ao comprador e coletar dados para o preenchimento dos relatórios de venda.

Facilitadores de transporte (docas, elevadores, empilhadeiras ou outros): o tipo do veículo utilizado na coleta do material recuperado pode alterar de acordo com o mercado local, visto que, geralmente, o próprio comprador é quem realiza o carregamento. O TR técnico sugere que sejam utilizadas docas em desnível para o carregamento dos caminhões (Figura 18). Todavia, identificou-se que os furgões, *pick-ups* e outros veículos leves também possam ser utilizados para essa finalidade, contribuindo para que seja projetado um leiaute misto (que possibilite o acesso de mais de um tipo de veículo), mesmo considerando que a coleta seja frequentemente realizada por caminhões. A utilização de elevadores de carga e empilhadeiras são apropriadas soluções e poderão ser consideradas durante o desenvolvimento do arranjo especial do setor.

Figura 18 - Doca na expedição.



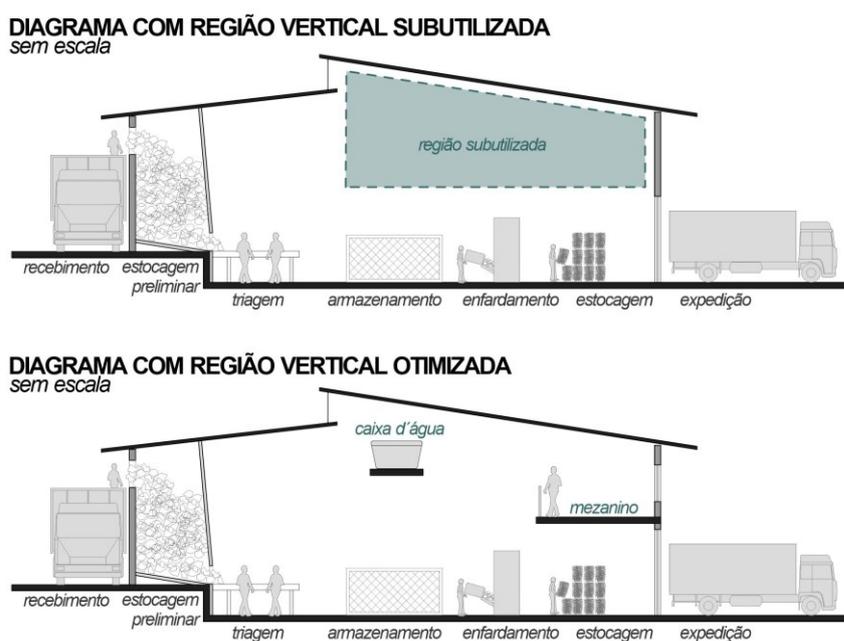
Fonte: elaborada pelo autor (2023).

Área de manobra do veículo de coleta: independente do porte do veículo a ser utilizado na coleta, é fundamental priorizar um dimensionamento adequado para o acesso de caminhões, de modo que viabilize a manobra de qualquer veículo que seja ali utilizado.

3.2.8 Infraestrutura administrativa e de apoio operacional

Escritório: o TR técnico estabelece que o ambiente deverá possuir dimensão proporcional ao porte da operação, levando em conta o número de coordenadores envolvidos e as tarefas ali desempenhadas (atendimento de compradores e de órgãos fiscalizadores, controle de vendas e arquivamento de documentos). A tipologia do pavilhão industrial, com o pé direito elevado em função da altura das prensas e caminhões, é frequentemente praticada nas Unidades de Triagem, fazendo com que a verticalização desse setor, em formato de mezanino, atenda à demanda e proporcione a otimização espacial. Destaca-se que esse formato poderá ocasionar dificuldade de acesso universal ao escritório, limitando o uso dele por pessoas com locomoção reduzida, ou, ainda, gerar região vertical subutilizada. A figura 19 demonstra a existência de região vertical subutilizada e como é possível otimizá-la.

Figura 19 - Diagrama de otimização vertical.



Fonte: adaptado de Fuão (2015).

Sala de reuniões: cursos, capacitações técnicas ou reuniões com órgãos fiscalizadores serão frequentemente realizados no decorrer da operação, tornando a presença de uma sala de reuniões necessária para o programa de necessidades. O TR técnico sugere que esses encontros também possam ocorrer no espaço do refeitório, quando não exista ambiente exclusivo destinado a isso.

Banheiro/Vestiário: o TR técnico indica que o dimensionamento desses ambientes deva surgir a partir da definição do número de usuários. Normas técnicas, como o atendimento as diretrizes de acessibilidade e, também, as dispostas pelo Ministério do Trabalho e Emprego deverão ser observadas.

Proximidade dos banheiros/vestiários com o setor operacional: o setor operacional ocupa a maior área da edificação e abriga o maior número de pessoas envolvidas. Por esse viés, compreende-se que os banheiros e vestiários possam estar arranjados próximos do setor operacional, com a intenção de reduzir deslocamentos dentro da edificação e proporcionar praticidade no cotidiano.

Cozinha: deverá prever todos os elementos necessários para que os usuários possam cozinhar, aquecer comidas trazidas de casa ou preparar lanches rápidos. O TR sugere que contenham bancada com pia, mesas que acomodem metade dos usuários, aquecedor de marmitta, fogão à gás, geladeira, filtro ou bebedouro e armários. Devem ser observadas as diretrizes da Norma Regulamentadora (NR) 24/78 do Ministério do Trabalho e Emprego.

Refeitório: comumente a comunidade triadora reside em região próxima a UT, fazendo com que parte dos triadores dirijam-se até suas próprias casas ao invés de utilizarem o refeitório nos intervalos para as principais refeições. Porém, além de proporcionar a integração da equipe durante as refeições, longas ou rápidas, o TR técnico acrescenta que o ambiente também poderá ser utilizado como espaço para reuniões e cursos ao grande grupo. Devem ser observadas as diretrizes da Norma Regulamentadora (NR) 24/78 do Ministério do Trabalho e Emprego.

Acesso coberto nas áreas administrativa e de apoio operacional: especialmente em dias chuvosos o clima poderá dificultar o acesso aos setores administrativo e de apoio operacional. Então, a partir do entendimento arquitetônico, destaca-se que projetar ambientes protegidos dos fatores climáticos proporcionará melhores condições de uso para a equipe.

Espaço de convivência: o documento técnico não prevê esse item no programa de necessidades; contudo, compreendeu-se que o espaço de convivência,

externo ou interno, poderá atuar como excelente agregador social, proporcionando integração da equipe, interação e melhor qualidade de vida aos trabalhadores. Além dos intervalos para as principais refeições, ocorrem pequenos intervalos durante a jornada de trabalho, conduzindo a crer que um espaço de convivência contribuirá para o descanso e bem-estar dos usuários.

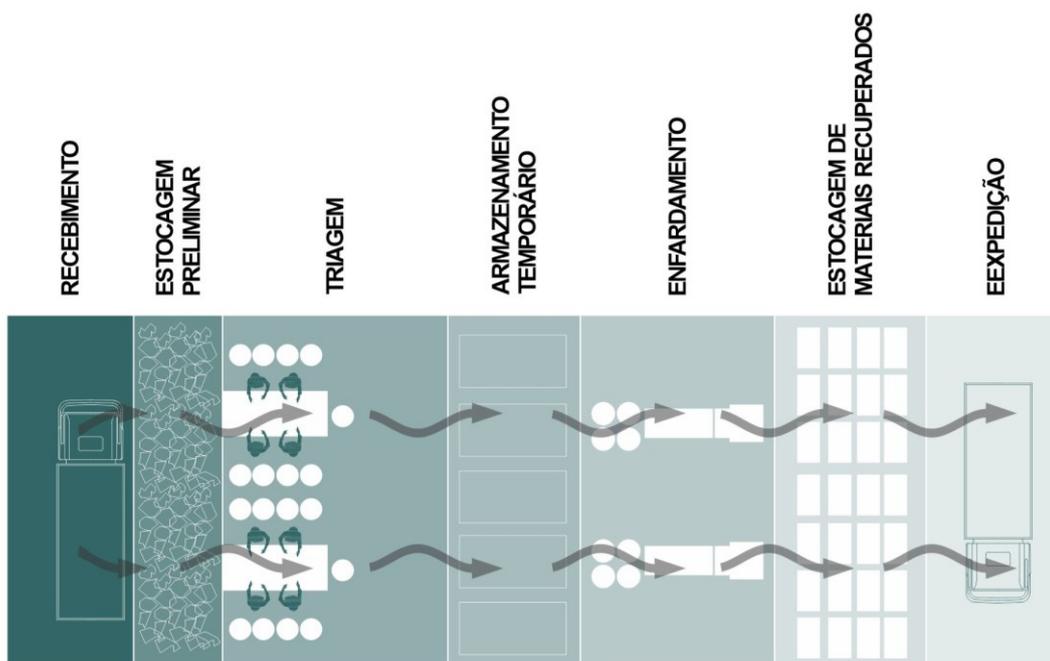
3.2.9 Fluxo de operação dentro de um Galpão de Triagem

Fluxo de operação: considerando que o arranjo espacial dos setores influencia diretamente no fluxo do processo que ocorre na edificação, observou-se a relevância de tal quesito para a concepção de projeto ou reforma de unidades de triagem, portanto, optou-se pela inclusão dele como um item qualitativo dentro do programa de necessidades. Nesse sentido, Souza (2013) contribui destacando a importância da organização de leiaute dos setores:

Para facilitar a movimentação do material e de reduzir as distâncias percorridas (o que evita despender tempo e esforço físico), as atividades devem estar, portanto, bem encadeadas e com um leiaute que favoreça a circulação interna, com o mínimo de movimentação possível, e buscando sempre evitar o cruzamento de operações. Acontece em alguns galpões, por exemplo, de a mesma área ser utilizada para carregamento dos fardos e descarregamento do material que chega, gerando trabalho desnecessário (de desocupar a área para que um ou outro seja executado), além de atrasos e possibilidades de perdas (SOUZA *et al*, 2013, p. 51).

A compreensão dos fluxos demonstra que, quando adequada, a arquitetura da edificação pode ser tornar grande facilitadora dos processos. Por maiores que sejam as possibilidades de formatos e métodos construtivos a serem aplicados em uma UT, aparecerá algo em comum entre elas: o processo. A construção desse fluxo de trabalho assemelha-se com a passagem de água por um encanamento onde: quando houver a obstrução em um único ponto todos os conseguintes restarão prejudicados (FUÃO, 2015, p. 26). A figura 20 demonstra aprazível configuração para proporcionar fluidez, sequencialidade e ritmo de produção entre os setores.

Figura 20 - Sugestão de fluxo de operação.



Fonte: adaptado de Fuão (2015).

3.2.10 Adoção de recursos com menor conteúdo energético intrínseco

O TR técnico institui nas observações gerais do documento que deverá ser levado em conta e, se possível, implementados sistemas que minimizem o uso de recursos naturais nos projetos de construção ou reforma de unidades de triagem. A escassez desses recursos e a elevação dos custos com energia colocam a temática de energia renovável em destaque (NEUFERT, 2022, p. 146). Diante de múltiplas possibilidades para adoção desses sistemas, abaixo foram elencados alguns critérios que integrarão a análise das edificações do estudo de caso.

Método construtivo: diversos são os sistemas construtivos disponíveis do mercado e o TR técnico preconiza que sejam preferencialmente adotados os métodos que minimizem os recursos energéticos e a geração de resíduos envolvidas no processo.

Fonte geradora de energia elétrica renovável: no viés técnico arquitetônico, entende-se que além de soluções minimizadoras de consumo de energia elétrica, como a adoção de sistemas que privilegiem a iluminação e ventilação natural, os projetos podem integrar sistemas de geração de energia elétrica renovável – como os painéis fotovoltaicos para captação de energia solar. Se adotados, além

constituírem-se como uma solução mais sustentável, poderão contribuir com a realidade financeira das instituições que, por vezes, pagam onerosos custos para dada a utilização de prensas e esteiras elétricas industriais que demandam alto consumo de energia elétrica.

Reaproveitamento da água da chuva: se inseridos em regiões que possuam impacto significativo, o TR técnico sugere a adoção de sistemas para reaproveitamento de água da chuva. Esse recurso pode ser aplicado na rede hidráulica do edifício para descargas sanitárias ou, até mesmo, utilizado na higienização de pisos e dispositivos de armazenamento de resíduos (que acumulam sujeira com facilidade e não necessitam de água potável para higienização).

3.3 Parâmetros para escolha das unidades que integram o estudo de caso

A análise espacial arquitetônica das edificações em uso pode facilitar a identificação de pontos com possível aprimoramento ou, ainda, reconhecer itens que possam prejudicar a prática da atividade ali exercida. Em um interessante comparativo presente na obra denominada “A análise da arquitetura”, pôde-se interpretar que do mesmo modo com o qual um escritor desempenha os hábitos de leitor durante a construção do seu trabalho – a partir da leitura de outras obras –, o arquiteto alcança habilidades projetuais a partir da leitura de outros projetos (UNWIN, 2013, p. 11). À vista disso, acrescenta-se um entendimento sobre a análise arquitetônica:

A palavra “análise” vem do grego ἀνάλυσις (*anályein*), que significa “decompor” ou “soltar”. Analisar algo significa liberar, soltar, expor para assimilar seus componentes e seu funcionamento – seus poderes. O objetivo da análise da arquitetura, como de qualquer outra disciplina criativa, é entender seus componentes e funcionamentos fundamentais a fim de assimilar e adquirir seus poderes. A análise da arquitetura não precisa ser uma busca acadêmica, feita por si só, ainda que isso possa ser informativo e divertido. A análise é mais útil quando oferece uma compreensão do possível e desenvolve uma estrutura de ideias com a qual a imaginação possa trabalhar (UNWIN, 2013, p. 11).

Como ponto de partida para escolha das unidades a serem analisadas, em razão da proximidade do autor com os locais de visitação, foi estabelecida a cidade de Porto Alegre/RS para busca de galpões de triagem que recebam resíduos sólidos

provenientes da coleta seletiva municipal. O rastreio dessas unidades se deu por meio de uma lista disponibilizada no website da Prefeitura Municipal que contempla os dados de dezesseis cooperativas e associações que atuam no município e se encontram registradas perante o Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DMLU).

Diante de numerosas unidades, primeiramente, selecionou-se dez. Foram consideradas a proximidade em relação ao autor e a facilidade de deslocamento. Com caráter exploratório, agendou-se e realizou-se uma visita informal em cada um dos dez endereços, sem a utilização de nenhuma ferramenta técnica, somente com o uso de bloco para breves anotações. A partir disso, três dessas unidades foram elencadas a integrarem o estudo de caso desta pesquisa. Foram levados em conta fatores como a receptividade e disponibilidade dos coordenadores em abrirem as portas ao estudo de cada galpão, e, também, a percepção dos autores em relação à espacialidade.

Quando estabelecido um diversificado conjunto de assuntos, com distintas fontes de dados, viabiliza-se a análise simultânea dos fatos que fundamentam o mesmo fenômeno estudado (YIN, 1994, p. 92). Portanto, a metodologia aplicada considera o uso de múltiplas fontes de evidências (diferentes unidades de triagem), a construção de uma base de dados (documentos descrevendo o fenômeno, com narrativas, notas ou fotos) e a legitimidade dos dados (a organização das evidências para que sejam demonstradas ao leitor com clareza). Para Yin (1994), esses fundamentos integram a concepção do estudo de caso que tem a intenção de explorar, descrever ou explicar algum fenômeno. Ainda nesse contexto, o objetivo de um estudo de caso é definido por “explorar, descrever, explicar, avaliar e/ou transformar” algum fenômeno (GOMEZ, FLORES E JIMENEZ, 1996, p. 99).

A definição dos três galpões estudados surgiu a partir de critérios empíricos elencados pelos autores e fundamentados a partir da análise espacial realizada nas dez primeiras saídas de campo. Optou-se por concentrar semelhantes partidos arquitetônicos, que atuem na triagem dos mesmos tipos de resíduos, em volumes semelhantes, dentro do mesmo município, em conformação similar (cooperativa ou associação) e com maquinários equivalentes. Porém, preferiu-se unidades com diferentes leiautes de operação, vislumbrando a comparação dos espaços com os fluxos de produção, buscando compreender como a arquitetura é capaz de contribuir para que o mesmo processo ocorra de diferentes maneiras.

Yin (1994) contribui quando define que o estudo de caso está relacionado com a busca de respostas para o “como?” e o “porquê?”. Nessa pesquisa, o referencial teórico favoreceu a elucidação de *como* ocorrem os processos, enquanto a observação da prática configurou o *porquê* de eles ocorrerem de tal modo.

Em cada uma das unidades escolhidas realizou-se cinco visitas, aleatórias e sem agendamento prévio, com caráter de exploração e observação. Nessas visitas, além do bloco de notas, utilizou-se trena convencional e eletrônica para que fossem tomadas medidas gerais dos edifícios, a fim de, posteriormente, tratar e organizar os dados coletados. Concluídas as visitas de observação, foram esboçados graficamente todos os espaços para que fossem descritos e analisados. A ferramenta régua, disponibilizada pelo Google Earth, auxilia durante os esboços gráficos. Destaca-se que as medidas foram tomadas sem precisão e somente com o intuito de organizar a proporção volumétrica e as informações que serão demonstradas na presente pesquisa. Inclusive, acredita-se que os critérios possam ser avaliados somente a partir de visitas de observação.

Segundo Yin (1994), embora existam estudos de caso nos quais a generalização não é coerente, entende-se que também pode haver estudos nos quais os resultados possam, de algum modo, serem generalizados e aplicados em diferentes situações. A considerar que os parâmetros do presente estudo foram embasados em manuais técnicos disponibilizados pelo governo federal para essa finalidade, levando em conta a literatura sobre a temática somada com a perspectiva técnica arquitetônica observada nas três entidades, imagina-se que a compilação dos critérios provenientes do estudo poderá contribuir à academia de um modo geral. A pesquisa poderá servir como uma espécie de roteiro compacto ou ferramenta de análise qualitativa para que sejam continuados estudos relacionados aos galpões de triagem de resíduos sólidos provenientes da coleta seletiva.

3.4 Indicadores qualitativos de análise

Dados quantitativos não serão observados durante as visitas, por isso, para organização visual, foram definidos indicadores qualitativos que demonstrem a escala de atendimento ou não dos critérios em voga. A utilização de cores atribuídas em cada item analisado denotará o percentual de atendimento dele de acordo com o entendimento do analista (levando em conta a ótica arquitetônica). Para calibrar

esses parâmetros, a análise se consagra em único momento, quando concluídas as visitas, para que, posteriormente, os critérios sejam aplicados sobre o conjunto integral de informações coletadas, viabilizando o equilíbrio dos indicadores e o comparativo entre as diferentes unidades estudadas.

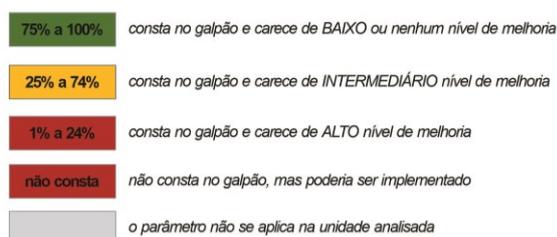
Definiu-se que a cor verde representará o atendimento entre 75% e 100% do critério analisado, significando que o item foi constatado no galpão em análise e que, mesmo que não atenda a integralidade do indicativo, ele carece de nenhum ou de baixo nível de aperfeiçoamento.

A cor amarela indicará o preenchimento de 25% até 74% do critério, demonstrando que o item se encontra presente na unidade analisada; contudo, que se identificou a necessidade de intervenção com intermediário nível de complexidade para que ele atinja o pleno cumprimento do proposto.

A cor vermelha foi escolhida para representar o atingimento de até 24% do critério analisado, efetivando a presença do item na unidade de triagem, porém, com demanda de alto nível de adaptação para que ele desempenhe o integral atendimento do critério. Todavia, caso o item não tenha sido identificado na unidade analisada e represente relevante potencial para o melhor desempenho da operação, utilizar-se-á o termo “não consta” sobreposto ao indicativo vermelho. Desse modo, serão destacadas sugestões que possam ser implementadas por meio de reforma ou adaptação.

Os critérios que não se apliquem às unidades estudadas, mas que se mostraram relevantes para a análise arquitetônica de outras operações, com diferentes tipologias ou leiautes adotados, serão mantidos, porém, não será utilizada escala indicativa e será assinalada com a cor cinza. Vislumbra-se que esses critérios possibilitem a vistoria em outras unidades que possam contemplar tais elementos. A figura 21 demonstra visualmente os indicadores descritos acima.

Figura 21 - Legenda com a escala de cores dos indicadores.



Fonte: elaborada pelo autor (2023).

A compilação dos critérios descritos no item 3.2 dão origem à tabela 2 que será utilizada durante o estudo de caso e avaliará qualitativamente cada elemento através das cores definidas neste subcapítulo. Na primeira coluna vertical estão elencados os critérios avaliados, enquanto a segunda é reservada ao preenchimento dos indicadores (podendo-se adicionar colunas, caso sejam avaliadas em conjunto).

Tabela 2 - Tabela desenvolvida para aplicação no estudo de caso.

CRITÉRIO AVALIADO	INDICADOR
3.2.1. Terreno	
<i>Terreno inserido em zona urbana</i>	
<i>Declividade do terreno</i>	
<i>Distância em relação a comunidade de recicladores</i>	
<i>Conexão com a malha viária</i>	
<i>Gabarito e pavimentação da via</i>	
<i>Pré-existência</i>	
<i>Possibilidade de regularização urbanística do lote</i>	
<i>Vegetação no entorno imediato (cinturão verde)</i>	
<i>Tratamento paisagístico</i>	
<i>Cercamento e portões</i>	
3.2.2. Setor de recebimento e estocagem preliminar dos resíduos, a granel.	
<i>Facilidade de manobra do caminhão</i>	
<i>Facilidade de abastecimento na estocagem inicial</i>	
<i>Cobertura da área de descarga dos resíduos</i>	
<i>Pavimentação na área de recebimento</i>	
<i>Dispositivo de estocagem (gaiola, baía com shut ou funil)</i>	
<i>Área de estocagem para grandes volumes</i>	
<i>Orientação solar da estocagem</i>	
<i>Fluxo por gravidade</i>	
<i>Material do recipiente de estocagem</i>	
<i>Manutenção da área de estocagem</i>	
<i>Escoamento próximo ao dispositivo de estocagem</i>	
3.2.3 Setor de triagem primária dos resíduos.	
<i>Conexão entre a estocagem preliminar e a superfície de triagem</i>	
<i>Leiaute adotado na triagem</i>	
<i>Bancada corrida</i>	
<i>Mesas</i>	
<i>Esteira elétrica</i>	
<i>Material das bancadas corridas ou mesas</i>	
<i>Presença de aba no perímetro da bancada corrida/mesa</i>	
<i>Limpabilidade da superfície de triagem</i>	
<i>Iluminação do setor operacional</i>	
<i>Iluminação artificial</i>	
<i>Iluminação natural</i>	
<i>Ventilação natural</i>	
<i>Espaço para múltiplos dispositivos transitórios</i>	
3.2.4 Setor de triagem secundária e acondicionamento temporário dos resíduos.	
<i>Acondicionamento temporário</i>	
<i>Área livre para circulação dos deslocadores</i>	
<i>Dispositivo de acondicionamento de materiais recuperados</i>	
<i>Manutenção dos dispositivos de armazenamento</i>	
<i>Dispositivo de acondicionamento do rejeito</i>	
<i>Facilidade de abastecimento do estoque de rejeito</i>	
<i>Triagem secundária</i>	
<i>Existência de triagem secundária</i>	
<i>Localização da triagem secundária</i>	
<i>Dispositivo adequado para triagem secundária</i>	
3.2.5 Setor de enfardamento.	
<i>Área dimensionada para maquinário específico</i>	
<i>Proximidade entre os setores de enfardamento e estocagem</i>	
3.2.6 Setor de estocagem dos materiais recuperados.	
<i>Acondicionamento adequado do estoque</i>	
<i>Depósito de materiais específicos</i>	
3.2.7 Setor de expedição.	
<i>Proximidade entre o setor de expedição e o de estocagem</i>	
<i>Facilitadores de transporte (docas, elevadores, empilhadeiras)</i>	
<i>Área de manobra do veículo de coleta</i>	
3.2.8 Infraestrutura administrativa e de apoio operacional.	
<i>Escritório</i>	
<i>Sala de reuniões</i>	
<i>Banheiro/Vestiário</i>	

<i>Proximidade do banheiro/vestiário com o setor operacional</i>	
<i>Cozinha</i>	
<i>Refeitório</i>	
<i>Acesso coberto nas áreas administrativa e de apoio operacional</i>	
<i>Espaço de convivência</i>	
3.2.9 Fluxo de operação	
<i>Fluxo de operação</i>	
3.2.10 Adoção de recursos com menor conteúdo energético intrínseco	
<i>Método construtivo</i>	
<i>Fonte de geradora de energia renovável</i>	
<i>Reaproveitamento da água da chuva</i>	

Fonte: elaborada pelo autor (2023).

4. O ESTUDO DE CASO

Os galpões de triagem são extremamente relevantes para a sociedade contemporânea, pois as tarefas desempenhadas nessas edificações possibilitam que parcela dos resíduos sejam reinseridos na cadeia produtiva, por meio do reuso ou reciclagem, minimizando, assim, a extração de recursos naturais. Coexistem múltiplas problemáticas político-urbanas tangentes à questão; entretanto, o estudo de caso a seguir apresentado restringe o foco na espacialidade arquitetônica e suas relações. Inicialmente serão apresentadas as unidades de triagem estudadas para que, na sequência, sejam demonstrados os resultados obtidos a partir da pesquisa.

4.1 Análise individual dos Galpões

Os três galpões de triagem que integram o estudo de caso foram escolhidos com os critérios descritos no capítulo 3, estão implantados na cidade de Porto Alegre/RS e apresentam semelhantes elementos arquitetônicos. As condições de habitabilidade, qualidade dos elementos arquitetônicos e higiene dos prédios não serão examinados no decorrer da avaliação, pois, por mais que essas condições englobem um considerável fator para que os usuários desempenhem de uma melhor maneira as suas funções, elas podem ser analisadas de modo trivial por arquitetos, engenheiros ou demais profissionais atuantes na construção civil. Ainda sobre as condições, do ponto de vista arquitetônico, pode-se acrescentar que são numerosas as cooperativas que operam em contextos não satisfatórias em relação aos revestimentos, esquadrias, equipamentos de cozinhas, banheiros, refeitórios e outros. Entretanto, o aprofundamento desses itens poderia conduzir para uma temática social e econômica divergente. Assim sendo, os registros a seguir pretendem identificar os espaços e estabelecer relações entre eles e a função que desempenham.

4.1.1 Galpão 01

O lote no qual se encontra possui aproximadamente 5.000 metros quadrados de área, localiza-se em região periférica do município e configura-se por arestas

angulares que conformam um trapézio irregular. A localidade apresenta malha urbana orgânica, (acredita-se que em razão de dois motivos: tanto pela topografia levemente acidentada, quanto pelo uso residencial do entorno, que surgiu a partir da ocupação irregular). Conta com equipamentos urbanos como praça, unidade de saúde e ponto de transporte público em raio inferior a 500 metros. A topografia do terreno dá origem a uma declividade que beneficia a tipologia edilícia e proporciona o fluxo por gravidade.

As vias que permitem o acesso à unidade são asfaltadas, possuem satisfatória conexão com a malha viária do município, configurando uma zona urbanizada. Antes de chegar ao portão do lote, há um percurso de aproximadamente dois quilômetros por uma via consideravelmente estreita, na qual, quando trafegando em sentido duplo, os veículos necessitam invadir o passeio público para viabilizar o cruzamento em sentidos opostos, o que pode enredar o tráfego. A gleba é cercada em todo o perímetro e conta com portões eletrônicos de generosas dimensões para o acesso de veículos.

A fotografia 2 demonstra a área destinada ao recebimento dos resíduos. Observou-se que, mesmo com uma largura apropriada no portão norte, o caminhão necessita entrar e sair pelo mesmo trajeto e esse fator dificulta a manobra e faz com que o motorista conduza o veículo em marcha ré. Porém, a orientação solar e a altura de abastecimento do dispositivo de estocagem preliminar (gaiola) se mostraram eficientes. O beiral não é aplicado em toda a dimensão do prédio e cobre parcialmente o caminhão em dias de chuva, o que dificulta o recebimento e faz com que o telhado derrame água sobre a carroceria do veículo. Não foi identificado dispositivo para que sejam armazenados os maiores volumes durante o recebimento e observou-se que esses são arremessados de dentro do caminhão sobre a pavimentação externa de onde, posteriormente, são coletados e encaminhados ao interior da edificação. A pavimentação em concreto no perímetro da edificação auxilia na higienização.

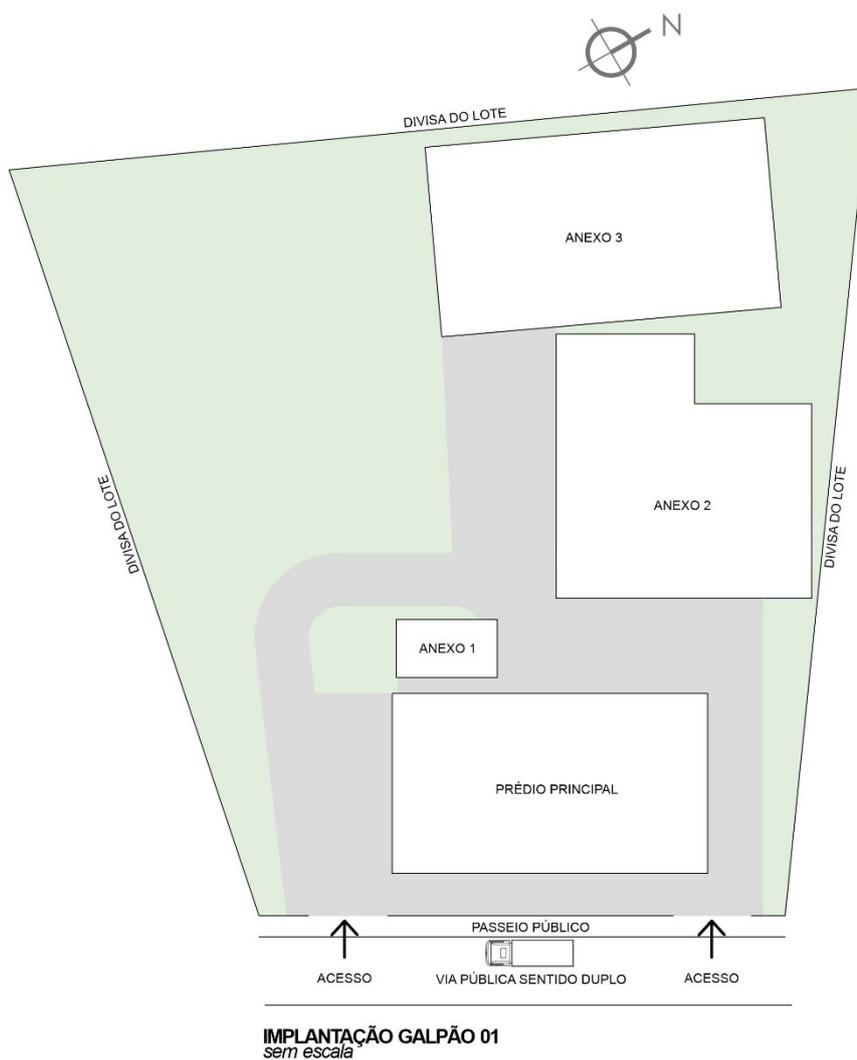
Fotografia 2 - Área de recebimento do Galpão 01.



Fonte: fotografado pelo autor (2023).

Na figura 22 são demonstradas as quatro edificações implantadas no lote: uma unidade de triagem que opera no prédio principal, uma edificação de apoio à UT no anexo 1, um centro educacional no anexo 2 e uma quadra poliesportiva no anexo 3. Através de imagens de satélite e com o uso da ferramenta régua, disponibilizada pela plataforma Google Earth, estimou-se que juntas somem uma área edificada de aproximadamente 2.200 metros quadrados (dois mil e duzentos metros quadrados). A edificação não configura o reaproveitamento de edificação pré-existente, levando a crer que tenha sido projetada para a finalidade de ocupação e que apresenta requisitos para regularização urbanística. Mesmo assim, não foi identificada a presença do cinturão verde e nem de outros elementos que remetessem ao tratamento paisagístico da área residual do lote como pede o TR técnico.

Figura 22 - Implantação do Galpão 01.



Fonte: elaborada pelo autor (2023).

O galpão de triagem conta com uma média de 480m² (quatrocentos e oitenta metros quadrados) de área e foi construído com estrutura de pilares e vigas em concreto pré-moldados, paredes laterais de vedação em tijolos cerâmicos aparentes e cobertura com telhas de fibrocimento do tipo canaleta (essas, apoiadas diretamente sobre as vigas aéreas de amarração da estrutura e sem terças).

A alvenaria limita-se a certa altura e acima dela foi aplicada uma vedação com telhas translúcidas que atingem o limite com a cobertura e proporcionam iluminação natural ao interior da edificação (Fotografia 3). O pé direito total gira entre 5 e 6 metros.

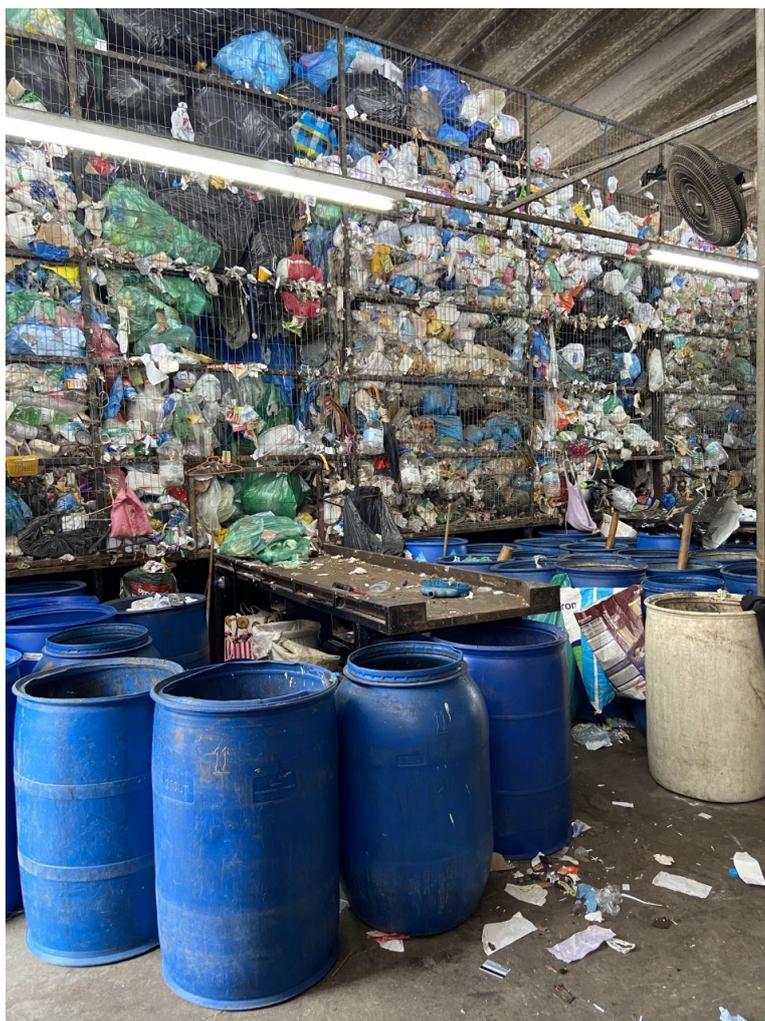
Fotografia 3 - Vedação com telhas translúcidas no Galpão 01.



Fonte: fotografado pelo autor (2023).

A edificação principal abriga todo o setor operacional e caracteriza-se por planta praticamente livre, contendo poucos pilares distribuídos em seu miolo e esses não prejudicam a funcionalidade. O dispositivo de estocagem configura uma gaiola metálica (Fotografia 4) que ocupa praticamente toda a dimensão longitudinal da edificação e, com algumas aberturas, conecta-se com as mesas de triagem posicionadas perpendiculares à gaiola. A superfície de triagem é metálica e dotada de abas que evitam o derramamento do resíduo. Ao redor das mesas ficam posicionadas bombonas e *bags*, onde são depositados os materiais selecionados. Nesse setor não foi reconhecido sistema de ralos ou grelhas para o escoamento da água.

Fotografia 4 - Gaiola de estocagem preliminar do Galpão 01.



Fonte: fotografado pelo autor (2023).

O piso é em concreto aparente polido, visivelmente prático para a limpeza, e apresenta um patamar com 70 centímetros de desnível, o que setoriza o pavilhão em duas zonas: a mais alta ocupa 2/3 da edificação e abriga a gaiola, as mesas de triagem e o setor de armazenamento temporário, enquanto a mais baixa ocupa o 1/3 restante e recebe os setores de enfardamento, estocagem e expedição. A figura 23 demonstra a planta baixa da edificação para uma melhor compreensão, onde também se pode verificar que os banheiros utilizados pela equipe estão localizados em área externa a edificação, coberta parcialmente pelo beiral.

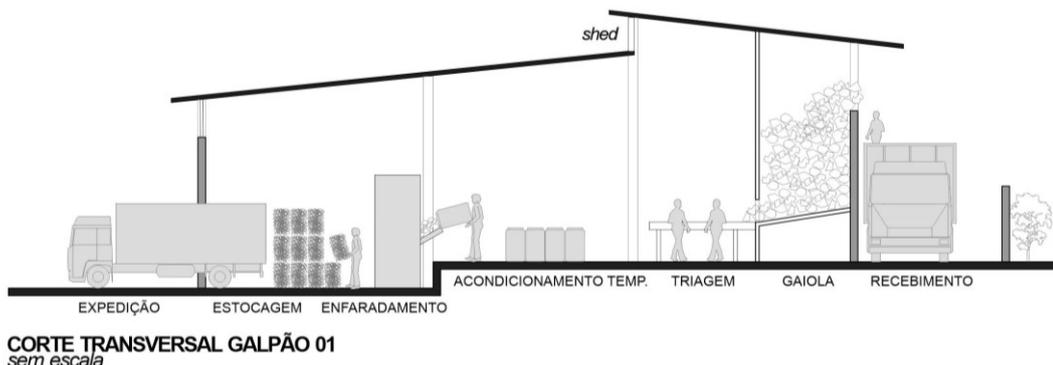
Fotografia 5 - Circulação entre o setor de triagem e armazenamento Galpão 01.



Fonte: fotografado pelo autor (2023).

Em razão da topografia do lote e da existência do patamar, o projeto apresenta um desenho de cobertura que proporciona um *shed* com telha translúcida, que percorre longitudinalmente toda a edificação, demonstrado na figura 24. O *shed* e a vedação lateral de telhas translúcidas proporcionam iluminação natural e protegem a parte interna da edificação das intempéries, conferindo melhores condições de trabalho. A iluminação artificial é distribuída por eletrocalhas no eixo de cada setor. A ventilação natural se dá através da fenestração que existe para o abastecimento da gaiola e também pelas esquadrias (portas e portões que dão acesso a área externa).

Figura 24 - Corte esquemático transversal do Galpão 01.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

O setor de enfardamento fica no nível mais baixo da edificação (fotografia 6), o que favorece o abastecimento das prensas nas quais os resíduos recuperados são colocados para que sejam elaborados os fardos. Consequente ao enfardamento se localiza o setor de expedição e estocagem, dotado de um generoso portão que possibilita o acesso do caminhão até a parte interna do prédio onde ocorre carregamento para o transporte. Na estocagem, os materiais mais leves são dispostos em *bags*, enquanto os mais pesados são dispostos em fardos (sob paletes). Ambos os setores apresentam dimensionamento compatível com o uso.

Fotografia 6 - Localização da prensa no nível mais baixo do Galpão 01.



Fonte: fotografado pelo autor (2023).

Existe uma pequena compartimentação de dois pavimentos dentro do prédio principal (fotografia 7), semelhante a um mezanino que é acessado por uma escada metálica, e ali encontram-se dois depósitos de estocagem no térreo e a planta baixa se repete no segundo pavimento onde estão instalados dois escritórios. Os depósitos do térreo são utilizados para estocar garrafas de vidro inteiras e alguns plásticos que são vendidos para compradores específicos.

Fotografia 7 - Mezanino do Galpão 01



Fonte: fotografado pelo autor (2023).

O centro educacional conta com dois pavimentos em uma área total estimada em 800 metros quadrados, enquanto a quadra poliesportiva soma cerca de 600 metros quadrados. Essas edificações apresentam ótimas condições quanto à construção; porém, ambas não serão descritas em sua totalidade, pois integram um projeto social mais complexo e distinto ao do Galpão de Triagem. Os programas compartilham as edificações e considera-se que a comunidade local possui grande envolvimento com ambos os projetos, a considerar que o refeitório e a cozinha utilizados pelos cooperados fica dentro da edificação do centro educacional,

enquanto o anexo 1 (que abriga os banheiros/vestiários no térreo), possui um segundo pavimento onde existem duas salas de aula que são ocupadas pelo outro programa. Assim, na pesquisa, considerar-se-á que a UT possui cozinha, banheiro/vestiário e refeitório e que esses atendem o programa de necessidades, mesmo que compartilhados com outro programa.

Quando aplicados os indicadores qualitativos, a unidade se mostrou com um satisfatório atendimento dos critérios, destacando que a maioria dos itens foram assinalados como verdes (presentes ou carecendo de baixo nível de adaptações). A tabela 3 representa os indicadores qualitativos aplicados ao Galpão 01.

Tabela 3 - Aplicação dos critérios no Galpão 01

CRITÉRIO AVALIADO	INDICADOR
3.2.1. Terreno	
<i>Terreno inserido em zona urbana</i>	
<i>Declividade do terreno</i>	
<i>Distância em relação a comunidade de recicladores</i>	
<i>Conexão com a malha viária</i>	
<i>Gabarito e pavimentação da via</i>	
<i>Pré-existência</i>	
<i>Possibilidade de regularização urbanística do lote</i>	
<i>Vegetação no entorno imediato (cinturão verde)</i>	não consta
<i>Tratamento paisagístico</i>	não consta
<i>Cercamento e portões</i>	
3.2.2. Setor de recebimento e estocagem preliminar dos resíduos, a granel.	
<i>Facilidade de manobra do caminhão</i>	
<i>Facilidade de abastecimento na estocagem inicial</i>	
<i>Cobertura da área de descarga dos resíduos</i>	não consta
<i>Pavimentação na área de recebimento</i>	
<i>Dispositivo de estocagem (gaiola, baía com shut ou funil)</i>	
<i>Área de estocagem para grandes volumes</i>	não consta
<i>Orientação solar da estocagem</i>	
<i>Fluxo por gravidade</i>	
<i>Material do recipiente de estocagem</i>	
<i>Manutenção da área de estocagem</i>	
<i>Escoamento próximo ao dispositivo de estocagem</i>	não consta
3.2.3 Setor de triagem primária dos resíduos.	
<i>Conexão entre a estocagem preliminar e a superfície de triagem</i>	
<i>Leiaute adotado na triagem</i>	
<i>Bancada corrida</i>	
<i>Mesas</i>	
<i>Esteira elétrica</i>	
<i>Material das bancadas corridas ou mesas</i>	
<i>Presença de aba no perímetro da bancada corrida/mesa</i>	
<i>Limpabilidade da superfície de triagem</i>	
<i>Iluminação do setor operacional</i>	
<i>Iluminação artificial</i>	
<i>Iluminação natural</i>	
<i>Ventilação natural</i>	
<i>Espaço para múltiplos dispositivos transitórios</i>	
3.2.4 Setor de triagem secundária e acondicionamento temporário dos resíduos.	
<i>Acondicionamento temporário</i>	
<i>Área livre para circulação dos deslocadores</i>	
<i>Dispositivo de acondicionamento de materiais recuperados</i>	
<i>Manutenção dos dispositivos de armazenamento</i>	
<i>Dispositivo de acondicionamento do rejeito</i>	
<i>Facilidade de abastecimento do estoque de rejeito</i>	
<i>Triagem secundária</i>	
<i>Existência de triagem secundária</i>	
<i>Localização da triagem secundária</i>	
<i>Dispositivo adequado para triagem secundária</i>	
3.2.5 Setor de enfardamento.	
<i>Área dimensionada para maquinário específico</i>	
<i>Proximidade entre os setores de enfardamento e estocagem</i>	

3.2.6 Setor de estocagem dos materiais recuperados.	
<i>Acondicionamento adequado do estoque</i>	
<i>Depósito de materiais específicos</i>	
3.2.7 Setor de expedição.	
<i>Proximidade entre o setor de expedição e o de estocagem</i>	
<i>Facilitadores de transporte (docas, elevadores, empilhadeiras)</i>	
<i>Área de manobra do veículo de coleta</i>	
3.2.8 Infraestrutura administrativa e de apoio operacional.	
<i>Escritório</i>	
<i>Sala de reuniões</i>	não consta
<i>Banheiro/Vestibário</i>	
<i>Proximidade do banheiro/vestibário com o setor operacional</i>	
<i>Cozinha</i>	
<i>Refeitório</i>	
<i>Acesso coberto nas áreas administrativa e de apoio operacional</i>	
<i>Espaço de convivência</i>	não consta
3.2.9 Fluxo de operação	
<i>Fluxo de operação</i>	
3.2.10 Adoção de recursos com menor conteúdo energético intrínseco	
<i>Método construtivo</i>	não consta
<i>Fonte de geradora de energia renovável</i>	não consta
<i>Reaproveitamento da água da chuva</i>	não consta

 75% a 100%	consta no galpão e carece de BAIXO ou nenhum nível de melhoria
 25% a 74%	consta no galpão e carece de INTERMEDIÁRIO nível de melhoria
 1% a 24%	consta no galpão e carece de ALTO nível de melhoria
 não consta	não consta no galpão, mas poderia ser implementado
	o parâmetro não se aplica na unidade analisada

Fonte: elaborada pelo autor (2023).

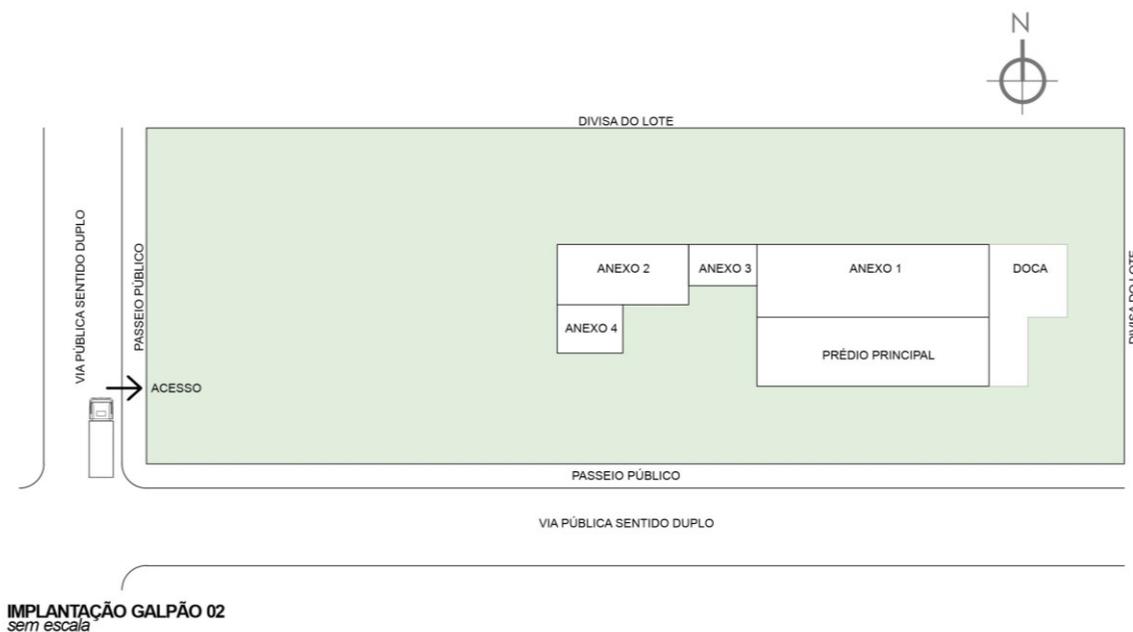
4.1.1.2 Galpão 02

A edificação está inserida em um terreno retangular, de esquina, com aproximadamente 3.000 metros quadrados de área e topografia considerada plana. Está situado em região periférica e urbanizada do município não possui ocupação lindeira e observou-se que o entorno da localidade possui um caráter de ocupação predominantemente industrial. Existem pequenas ocupações irregulares em distâncias não superior a mil metros e nelas residem boa parcela dos triadores, juntamente de seus familiares. Não foram identificados equipamentos urbanos no entorno imediato e o ponto de transporte público mais próximo dista cerca de 2 quilômetros da unidade. O lote não apresenta cercamento e nem portões face às vias públicas, conta apenas com barreira vegetal (acredita-se que não intencional e sim nativa) e gradil leve nas outras faces – essas que fazem divisa com lotes não edificadas e cobertos por vegetação. A via que dá acesso ao lote é pavimentada com asfalto e possui gabarito com dimensão apropriada para o trânsito de veículos maiores.

As 5 edificações implantadas são demonstradas na figura 25 e somam cerca de 500m² (quinhentos metros quadrados) de área construída com uso exclusivo da conformada cooperativa. Devido ao emprego de diferentes materiais, sugere-se que foram erguidas em diferentes épocas, a partir das necessidades que surgiram ao

longo de décadas de operação. Presumivelmente, o lote contém os requisitos para regularização urbanística. Não reflete o reaproveitamento de edificação pré-existente, inferindo que o prédio principal tenha sido construído para desempenhar a atual função e posteriormente edificadas os anexos.

Figura 25 - Implantação do Galpão 02.



Fonte: elaborada pelo autor (2023).

O prédio principal contempla cerca de 170m² (cento e setenta metros quadrados) de área construída e aparentemente foi edificado a menos de duas décadas. O caimento duplo e simétrico do telhado forma um pé direito que varia entre de 6,50 metros no ponto mais alto e 5,50 metros no mais baixo. O sistema estrutural é composto por pilares e vigas de concreto pré-moldados, parcialmente vedados com alvenaria de tijolos cerâmicos nas laterais. As paredes não atingem toda a altura do edifício, proporcionando grandes fenestraçãoes entre a cobertura e a alvenaria, cobertas com lona pelos cooperados (fotografia 08) com a intenção de diminuir a incidência solar. O fechamento superior foi executado com telhas de fibrocimento onduladas fixadas nas vigas aéreas por meio de terças metálicas.

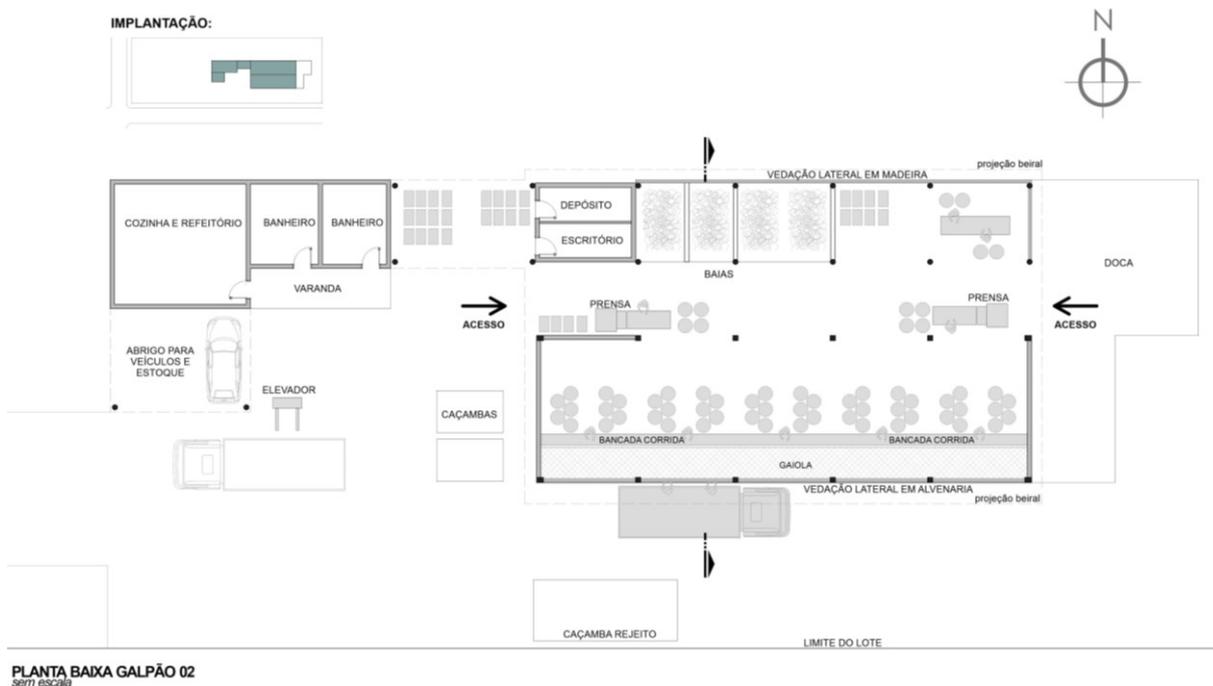
Fotografia 8 - Galpão 02.



Fonte: fotografada pelo autor (2023).

O anexo 1 é estruturado com toras maciças de madeira de eucalipto e possui telhado de fibrocimento do tipo canaleta, fixado acima das vigas e terças de madeira, conferindo um pé direito de 4,50 metros. Na maior face do anexo pòde-se perceber um frágil fechamento lateral com réguas de madeira, sem matajunta, provavelmente inserido para leve proteção das intempéries. Na planta baixa (Figura 26) percebe-se que não existe parede divisória entre o anexo 1 e o prédio principal, proporcionando a percepção de unidade entre as plantas, o que é reforçado pelo nivelamento do piso de concreto aparente das duas edificações que compartilham o mesmo uso (operacional).

Figura 26 - Planta baixa do Galpão 02.



Fonte: elaborada pelo autor (2023).

O recebimento dos resíduos (Fotografia 9) se dá na maior face da edificação principal com orientação solar sul. O acesso do caminhão neste setor se mostra prejudicado, visto que no mesmo trajeto é realizada a entrada e a saída do veículo, estando impossibilitada a manobra para de retorno (por dois motivos: a disposição da caçamba de rejeito dentro do lote e pela insuficiente área de manobra que inviabiliza o raio de giro do veículo).

Fotografia 9 - Setor de recebimento do Galpão 02.



Fonte: fotografada pelo autor (2023).

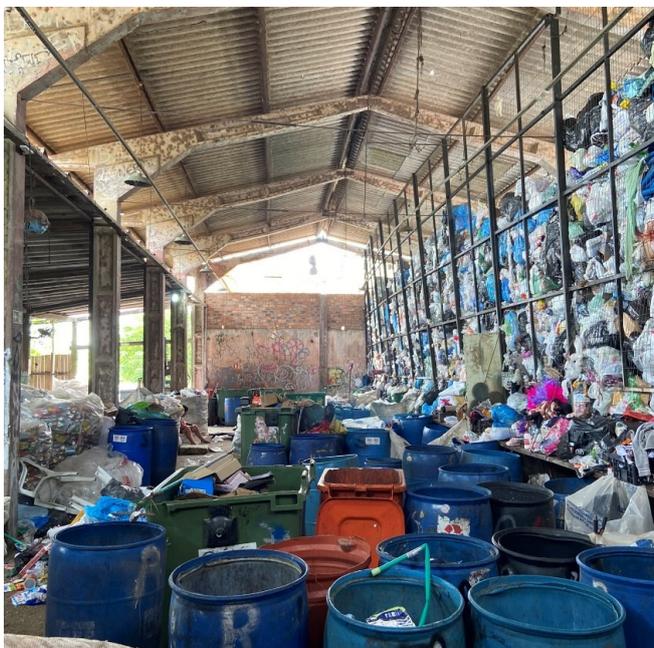
A altura do abastecimento do dispositivo é compatível com a do veículo de transporte, porém, foi identificada fenestração residual acima da entrada dos resíduos, o que pode ocasionar exposição do estoque preliminar à chuva. Além disso, o beiral acompanha o comprimento do dispositivo, contudo não proporciona a cobertura do veículo. Não foram verificados dispositivos para a remoção dos grandes volumes durante o recebimento e nem pavimentação nesse setor.

O sistema de gaiola metálica é utilizado como dispositivo de estocagem preliminar e o resíduo é conduzido por gravidade até a superfície de triagem que está disposta paralela à gaiola, conforme se pode observar na fotografia 10. A bancada corrida de triagem também é metálica e recebe os resíduos através de uma abertura existente ao longo da toda a sua maior dimensão, o que ocasiona o derramamento do resíduo em pontos onde não há triadores alocados, constatada a ausência de abas e o superdimensionamento da largura dessa abertura.

Os dispositivos de seleção são variados, contemplando *bags*, bombonas e coletores. Eles encontram-se posicionados atrás dos triadores, de onde são transportados pelos bombeiros para o acondicionamento temporário. Os cacos de vidro e o rejeito são encaminhados para caçambas descobertas posicionadas na área externa. Já os plásticos são encaminhados para a triagem secundária, que

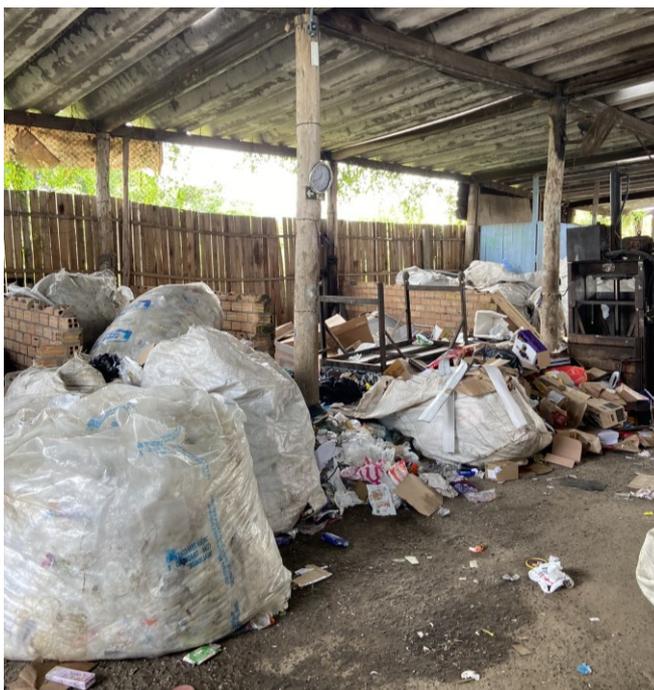
ocorre no Anexo 1 em mesas móveis ou diretamente em *bags*, enquanto os demais materiais são acondicionados temporariamente em baias construídas de alvenaria e localizadas no Anexo 1 (Fotografia 11).

Fotografia 10 - Zona de Triagem com bancada corrida no Galpão 02.



Fonte: fotografada pelo autor (2023).

Fotografia 11 - Baias de alvenaria para o acondicionamento temporário no Anexo 1 do Galpão 02.



Fonte: fotografada pelo autor (2023).

Os preneiros removem os materiais recuperados das baias de acondicionamento temporário para que eles sejam prensados e enfardados. Junto das prensas foram identificadas mesas móveis (as mesmas utilizadas na triagem) por onde o resíduo é conduzido até o ingressar no interior do equipamento, conforme demonstrado na fotografia 12.

Fotografia 12 - Mesas móveis que auxiliam no enfardamento.



Fonte: fotografada pelo autor (2023).

Após a prensagem, os fardos são estocados onde houver área livre para que isso ocorra, visto que não foi identificada uma zona definida para esse setor. Os Anexos 3 e 4 são utilizados como abrigo para veículos e, por vezes, como área de estoque do material pronto para comercialização, porém, constituem-se somente por coberturas de telha de fibrocimento estruturadas por esguios pilares e terças de madeira, sem vedações laterais e nem pavimentação. Nessas condições, o material recuperado fica suscetível a degradação em função da exposição às intempéries.

Na área externa, em frente ao anexo 02, foi instalado um elevador que auxilia no carregamento do caminhão durante a expedição (fotografia 13). Todavia, o setor é descoberto, o que implica em dificuldades para expedição em dias chuvosos ou demasiadamente ensolarados.

Fotografia 13 - Elevador no setor de expedição do Galpão 02.

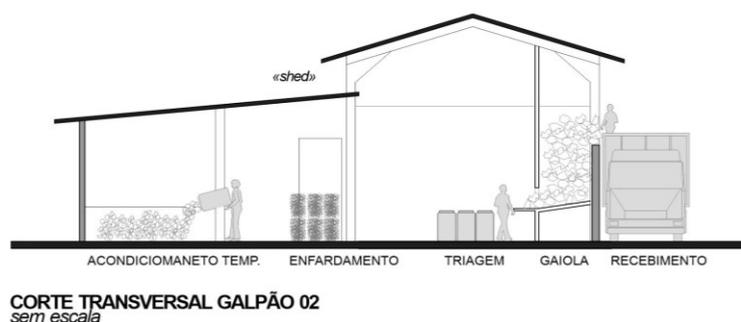


Fonte: fotografada pelo autor (2023).

O Anexo 2 remete à tipologia arquitetônica de uma residência unifamiliar térrea e é onde está alocado o setor de apoio, com dois banheiros/vestiários e uma cozinha. Construído em alvenaria convencional rebocada, ele é coberto com telhas de fibrocimento onduladas, estruturadas em terças de madeira e não dispõe de forração interna do teto. O piso é revestido com cerâmica.

Entre o prédio principal e o Anexo 1 foi identificado uma solução semelhante a um *shed* que pode ser percebido na Figura 27. Ao mesmo tempo em que esse elemento oportuniza a ventilação e iluminação natural, sem vedação, ele amplia a possibilidade de exposição à chuva. Quanto à iluminação artificial, poucos refletores foram detectados ao longo de toda a unidade.

Figura 27 - Corte transversal do Galpão 02.



Fonte: elaborada pelo autor (2023).

Não foram identificados: sistemas para geração de energia elétrica ou de reaproveitamento de águas pluviais, refeitório, sala de reuniões e espaços de convivência. O acesso para a cozinha e os banheiros é relativamente próximo ao setor operacional, visto que a edificação possui reduzida área, porém não apresenta cobertura.

Ao avaliar os critérios estabelecidos no subcapítulo 3.2, os indicadores qualitativos demonstraram razoável atendimento aos critérios. Significativos itens encontram-se presentes ou carecendo de baixo nível de adaptações. Entretanto, principalmente dentro dos setores de recebimento e estocagem preliminar, infraestrutura, apoio administrativo e estocagem, foram constatados critérios que carecem de alto nível de intervenção para que os setores operem de melhor maneira.

Positivamente, mesmo com área reduzida de operação e com um fluxo de produção desordenado, foi possível identificar todas as etapas presentes no processo de produção, o que valida a busca pela harmonia entre o espaço em relação ao fluxo das etapas. A tabela 4 representa os indicadores qualitativos aplicados ao Galpão 02.

Tabela 4 - Aplicação dos critérios no Galpão 02.

CRITÉRIO AVALIADO	INDICADOR
3.2.1. Terreno	
<i>Terreno inserido em zona urbana</i>	
<i>Declividade do terreno</i>	
<i>Distância em relação a comunidade de recicladores</i>	
<i>Conexão com a malha viária</i>	
<i>Gabarito e pavimentação da via</i>	
<i>Pré-existência</i>	
<i>Possibilidade de regularização urbanística do lote</i>	
<i>Vegetação no entorno imediato (cinturão verde)</i>	não consta
<i>Tratamento paisagístico</i>	não consta
<i>Cercamento e portões</i>	não consta

3.2.2. Setor de recebimento e estocagem preliminar dos resíduos, a granel.	
Facilidade de manobra do caminhão	
Facilidade de abastecimento na estocagem inicial	
Cobertura da área de descarga dos resíduos	não consta
Pavimentação na área de recebimento	não consta
Dispositivo de estocagem (gaiola, baía com shut ou funil)	
Área de estocagem para grandes volumes	não consta
Orientação solar da estocagem	
Fluxo por gravidade	
Material do recipiente de estocagem	
Manutenção da área de estocagem	
Escoamento próximo ao dispositivo de estocagem	não consta
3.2.3 Setor de triagem primária dos resíduos.	
Conexão entre a estocagem preliminar e a superfície de triagem	
Leiaute adotado na triagem	
Bancada corrida	
Mesas	
Esteira elétrica	
Material das bancadas corridas ou mesas	
Presença de aba no perímetro da bancada corrida/mesa	
Limpabilidade da superfície de triagem	
Iluminação do setor operacional	
Iluminação artificial	
Iluminação natural	
Ventilação natural	
Espaço para múltiplos dispositivos transitórios	
3.2.4 Setor de triagem secundária e acondicionamento temporário dos resíduos.	
Acondicionamento temporário	
Área livre para circulação dos deslocadores	
Dispositivo de acondicionamento de materiais recuperados	
Manutenção dos dispositivos de armazenamento	
Dispositivo de acondicionamento do rejeito	
Facilidade de abastecimento do estoque de rejeito	
Triagem secundária	
Existência de triagem secundária	
Localização da triagem secundária	
Dispositivo adequado para triagem secundária	
3.2.5 Setor de enfardamento.	
Área dimensionada para maquinário específico	
Proximidade entre os setores de enfardamento e estocagem	
3.2.6 Setor de estocagem dos materiais recuperados.	
Acondicionamento adequado do estoque	
Depósito de materiais específicos	
3.2.7 Setor de expedição.	
Proximidade entre o setor de expedição e o de estocagem	
Facilitadores de transporte (docas, elevadores, empilhadeiras)	
Área de manobra do veículo de coleta	
3.2.8 Infraestrutura administrativa e de apoio operacional.	
Escritório	
Sala de reuniões	não consta
Banheiro/Vestiário	
Proximidade do banheiro/vestiário com o setor operacional	
Cozinha	
Refeitório	
Acesso coberto nas áreas administrativa e de apoio operacional	não consta
Espaço de convivência	não consta
3.2.9 Fluxo de operação	
Fluxo de operação	
3.2.10 Adoção de recursos com menor conteúdo energético intrínseco	
Método construtivo	
Fonte de geradora de energia renovável	não consta
Reaproveitamento da água da chuva	não consta

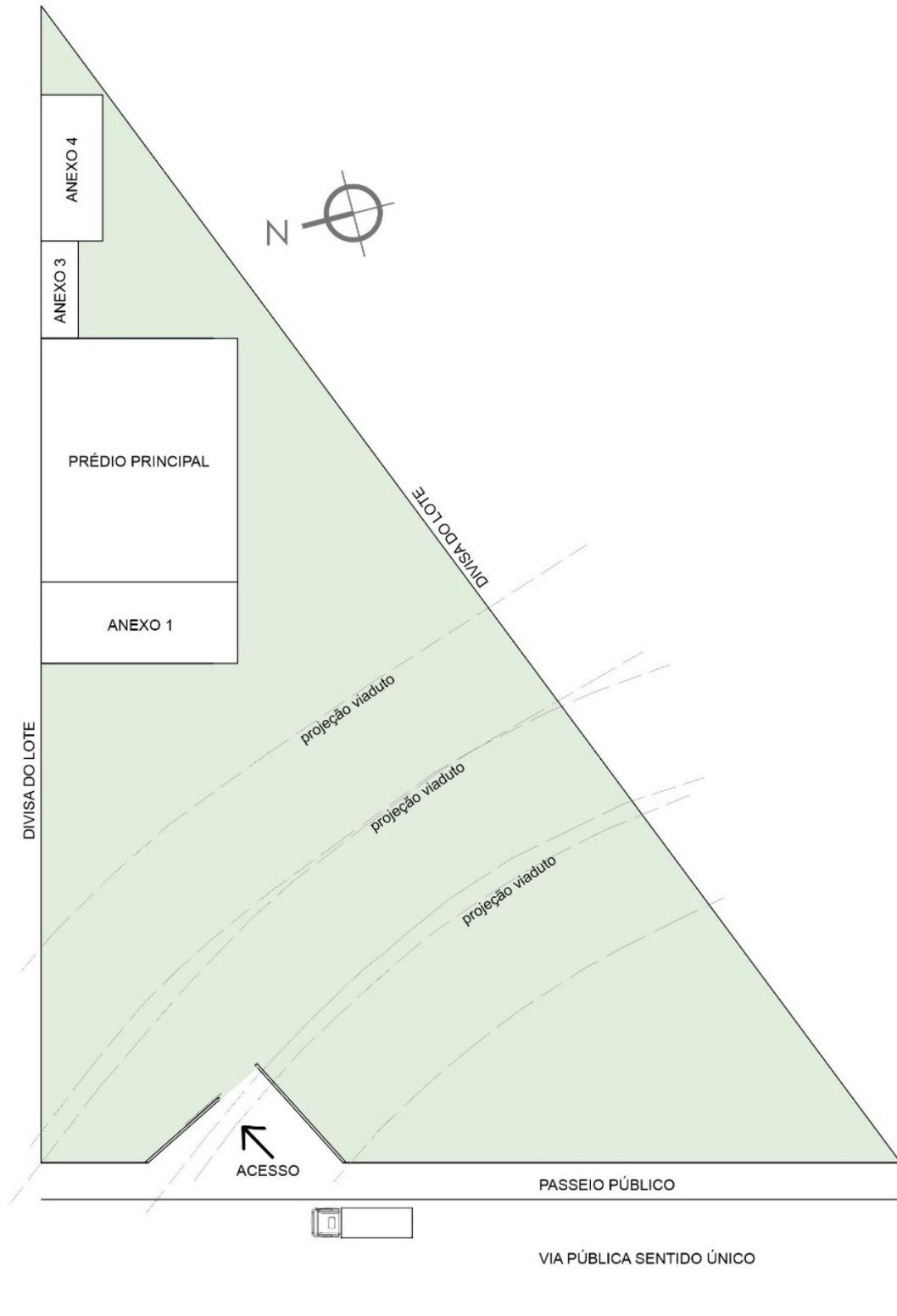
75% a 100%	consta no galpão e carece de BAIXO ou nenhum nível de melhoria
50% a 74%	consta no galpão e carece de INTERMEDIÁRIO nível de melhoria
25% a 49%	consta no galpão e carece de ALTO nível de melhoria
0% a 24%	não consta no galpão, mas poderia ser implementado
	o parâmetro não se aplica na unidade analisada

Fonte: elaborada pelo autor (2023).

4.1.3 Galpão 03

O lote possui formato triangular com aproximadamente 3.600m² (três mil e seiscentos metros quadrados) de área (Figura 28). Detém topografia plana, satisfatória conexão com a malha urbana e está inserido em zona periférica do município, consolidada predominantemente pelo uso industrial, mas, também, por vilas e ocupações irregulares identificadas nas proximidades (onde residem os cooperados). A face que dá acesso ao lote possui muro de alvenaria com portão para veículos e as demais contam com cercamento de tela metálica. O gabarito viário apresenta-se adequado para o trânsito de caminhões - em função do uso industrial da localidade - e é pavimentado com blocos de concreto intertravados. Foram verificados pontos de transporte público em distância não inferior a 250 metros e equipamentos urbanos, como escolas e unidades de saúde, dentro de um raio de 500m (quinhentos metros). O terreno fica embaixo de um viaduto, marginal à uma das principais rodovias da cidade, o que proporciona dificuldades em relação regularização urbanística.

Figura 28 - Implantação do Galpão 03.



IMPLANTAÇÃO GALPÃO 03
sem escala

Fonte: elaborada pelo autor (2023).

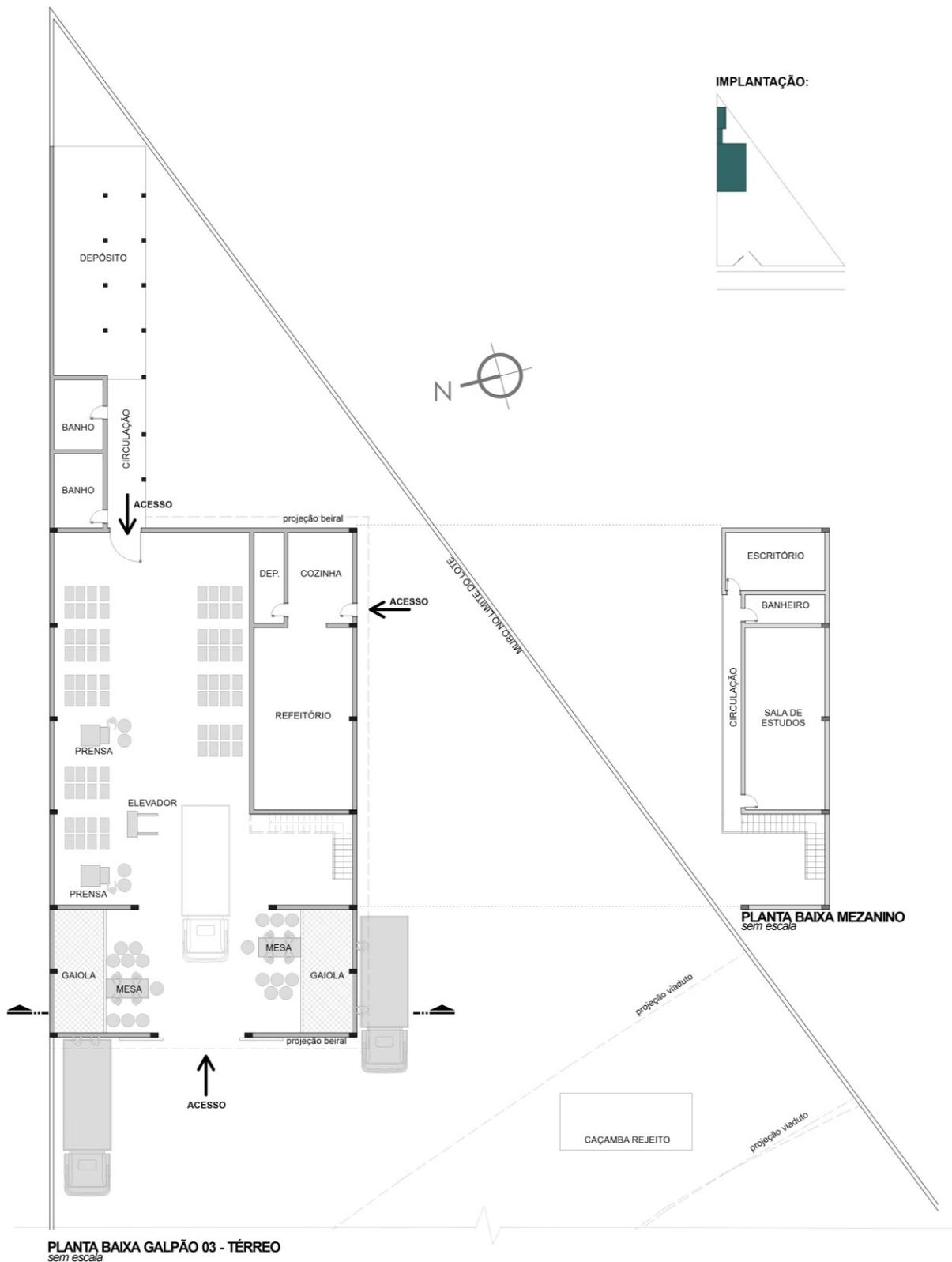
Em conversa informal, os coordenadores da operação informaram que a edificação surgiu diante do reaproveitamento de uma tipologia inicialmente fabril que foi cedida a um novo uso, passando a ser utilizada por uma comunidade informal de catadores individuais – referidos como “carrinheiros” durante conversa – que, posteriormente, vieram a formalizar a atual associação que opera no espaço que detém uma concessão de uso intermediada pela Prefeitura Municipal.

Foram observadas 4 edificações implantadas sobre o lote, somando uma área edificada com pouco menos de 500m² (quinhentos metros quadrados). A atual configuração espacial provavelmente surgiu com o pavilhão principal que adquiriu ampliações em razão da identificação das novas necessidades inerentes à operação, quando foram erguidos os 3 novos anexos. Não se identificou tratamento paisagístico e cinturão verde no perímetro do lote.

A edificação principal conta com uma área de aproximadamente 370m² (trezentos e setenta metros quadrados), caracterizando-se como uma planta livre que dispõe de um mezanino ocupando cerca de 2/3 da área de piso, melhores compreendidos na Figura 29. Construída, adjacente a maior face do lote, a partir de um sistema estrutural de pilares e vigas de concreto pré-moldados, conta com vedação lateral de alvenaria de tijolos cerâmicos aparentes e cobertura com telhas de fibrocimento do tipo onduladas distribuídas em dois caimentos simétricos.

O mezanino é de alvenaria convencional rebocada e pintada e conta com laje pré-moldada constituída por vigotas de concreto e tabelas cerâmicas, mantendo acesso por uma escada de concreto armado. A parte térrea do mezanino é acessada pelo lado externo da edificação e abriga uma ampla cozinha integrada com um refeitório (também utilizado para reuniões), enquanto o pavimento superior é acessado pela escada interna e comporta um escritório, um pequeno banheiro e uma sala de estudos – essa utilizada pelos filhos dos associados.

Figura 29 - Planta baixa Galpão 03.



Fonte: elaborada pelo autor (2023).

Supõe-se que o anexo 2 foi construído com o intuito de abrigar o atual sistema de gaiola utilizado para estocagem preliminar dos resíduos, oportunizando a ampliação em cerca de 90m² (90 metros quadrados) de área edificada e conferindo a ele a fachada principal da edificação (Fotografia 14). O piso do galpão é de concreto aparente que, encontrando-se nivelado com o do anexo 2, promove a união dos blocos em uma única planta.

Anteriormente, o resíduo era descarregado diretamente sobre o piso do pavilhão, onde os catadores rasgavam os sacos e davam início ao trabalho de triagem ali mesmo. Essa edificação assemelha-se com a tipologia do prédio principal, diferenciando-se por dois motivos: primeiro, em função da cobertura que é com telhas de zinco, fixadas sob tesouras metálicas e apoiadas no topo dos pilares de concreto pré-fabricado; e, segundo, em função das paredes de vedação que não alcançam a cobertura, enquanto na unidade principal vedam completamente a altura do prédio.

Fotografia 14 - Fachada do anexo 02 do Galpão 03.



Fonte: fotografada pelo autor (2023).

O anexo 3 (fotografia 15) conta com sistema estrutural simples de pilares de concreto armado, com vedação de alvenaria convencional que recebe revestimento cerâmico na parte externa e interna - e abriga dois banheiros/vestiários com 2 bacias sanitárias, 2 chuveiros e 1 lavatório em cada. A cobertura foi executada com telha de fibrocimento e conta com forro do tipo PVC na parte interna e na externa um alpendre que resguarda o acesso e promove melhor condições de uso em dias chuvosos.

Fotografia 15 – Fachada do anexo 3 do Galpão 03 (banheiros/vestiários).



Fonte: fotografada pelo autor (2023).

O anexo 4 consiste em uma simples cobertura de telhas de fibrocimento, fixadas em terças de madeira apoiadas sob os pilares de concreto armado e nas oportunidades visitadas ele servia como depósito; porém, demonstrou-se como uma área subutilizada na edificação.

Em razão da amplitude do terreno, os caminhões possuem facilidade de manobra. Apesar disso, a localização do dispositivo de estocagem (gaiola) em relação ao acesso para abastecimento se mostra dificultoso, levando em conta que uma das gaiolas permite que o caminhão se posicione paralelamente, enquanto na outra ele só poderá se aproximar em marcha ré e com a menor face da carroceira

voltada ao dispositivo, com muita proximidade ao muro de divisa, conforme demonstrado na figura 30. Inclusive, foram verificados pontos onde a alvenaria está danificada em função do caminhão ter se chocado contra a parede.

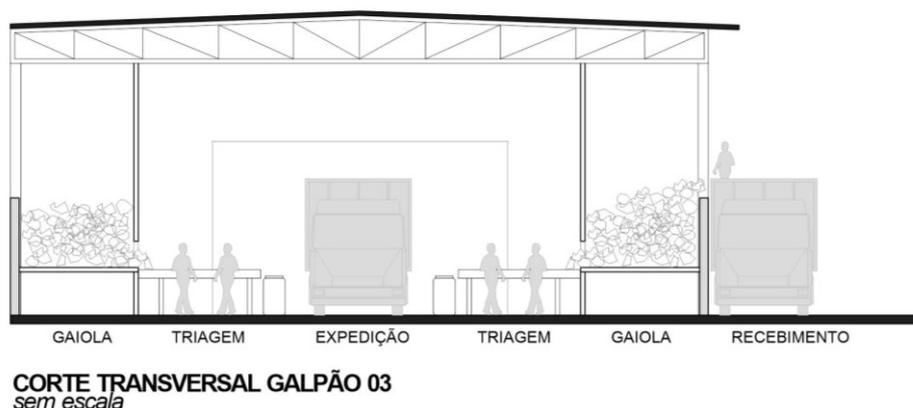
Figura 30 - Diagrama demonstrando o acesso ao abastecimento do dispositivo de estocagem preliminar no Galpão 03.



Fonte: elaborada pelo autor (2023).

As gaiolas são construídas em madeira e teladas com arame de fio grosso, mas apresentam baixo volume de estocagem em razão da altura do estabelecido para o abastecimento. Na figura 31 pode-se observar a subutilização vertical na região das gaiolas, ocasionada pela altura definida no abastecimento. Tal fator amplia a exposição do estoque preliminar às intempéries e, somado às orientações solares nas quais se encontram, pode promover a degradação antecipada do conteúdo. O beiral não cobre o caminhão na zona de recebimento e pode dificultar o labor em dias chuvosos quando, sem a presença de calha, a água escoar para dentro da carroceria.

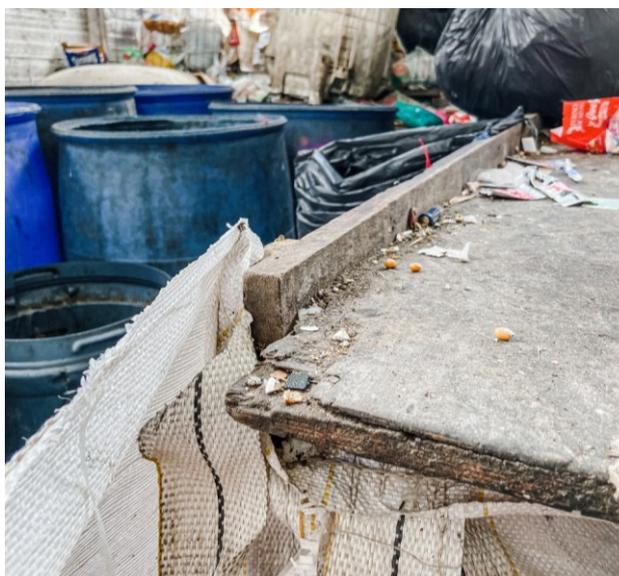
Figura 31 - Corte transversal do Galpão 03.



Fonte: elaborada pelo autor (2023).

Depois da estocagem preliminar, os resíduos são conduzidos por gravidade para as mesas de triagem que são construídas de madeira – o que reduz a limpabilidade – e apresentam abas que auxiliam no labor (Fotografia 16). Não constam sistemas de escoamento de água, como ralos ou grelhas nesse setor. A conexão entre o dispositivo de estocagem e as mesas de triagem ocasionam o derramamento de muitos resíduos, visto que a abertura não ocorre somente nos pontos onde estão dispostas as mesas, como pode-se observar na Fotografia 17. Os grandes volumes são retirados no momento do recebimento e manualmente carregados ao setor de armazenamento temporário.

Fotografia 16 - Foto da aba no perímetro das mesas de triagem do Galpão 03.



Fonte: fotografada pelo autor (2023).

Fotografia 17 - Gaiolas de estocagem preliminar no Galpão 03.



Fonte: fotografada pelo autor (2023).

A iluminação e ventilação naturais são abundantes na zona de triagem, que ocorre no anexo 1, posto que avantajadas fenestrações estão presentes no ambiente. Em contraponto, essas aberturas provocam a exposição excessiva do setor às intempéries. Já no prédio principal, a iluminação natural é prejudicada em razão da implantação do edifício adjacente a divisa do lote. Essa face conta com tijolos furados que auxiliam na ventilação natural; contudo, esses não suprem a necessidade. Já a iluminação artificial é deficitária em todos os espaços.

A edificação principal se destina exclusivamente ao setor de armazenamento temporários, enfardamento, estocagem de materiais recuperados e expedição (salvo as atividades que ocorrem no mezanino). Quanto armazenamento temporário, notou-se que é praticado nos mesmos dispositivos de triagem e, portanto, as *bags* e bombonas são deslocados da triagem até o prédio principal onde aguardam para prosseguir no processo, enquanto o rejeito é conduzido até a área externa e é estocado em uma caçamba descoberta (ou coberta, quando disposta embaixo do viaduto). Não há delimitação física entre as etapas nesse setor e a operação ocorre de modo espontâneo. A fotografia 18 demonstra a visual interna do prédio principal.

Fotografia 18 - Foto interna do prédio principal do Galpão 03.



Fonte: fotografada pelo autor (2023).

Para o caminhão ter acesso à zona de expedição, é necessário que se paralise o setor de triagem e sejam recolhidos os dispositivos, acarretando prejuízos financeiros e para o fluxo da operação. É utilizado um elevador que auxilia no carregamento dos fardos. Uma grande vantagem é que todo o setor é coberto, oportunizando a expedição independentemente de fatores climáticos.

Não foram identificados: sistemas para geração de energia elétrica ou de reaproveitamento de águas pluviais, sala de reuniões e espaços de convivência. O acesso para a cozinha é distante do setor operacional e se dá pela área externa, sem cobertura. Foram constatadas diversas áreas edificadas subutilizadas e imagina-se que se atribuam à reutilização de edificação pré-existente.

De modo geral, foi possível identificar todos os processos da operação, conquanto desarticulados. Porém, quando aplicados os fatores qualitativos, principalmente os que preconizam boas conexões entre os espaços e almejam melhores condições aos usuários, a unidade apresentou carência de variados itens com alto grau de complexidade para adequação. Os indicadores qualitativos alimentaram a tabela 5 e se basearam nas visitas realizadas ao Galpão 03.

Tabela 5 - Aplicação dos critérios no Galpão 03.

CRITÉRIO AVALIADO	INDICADOR
3.2.1. Terreno	
<i>Terreno inserido em zona urbana</i>	
<i>Declividade do terreno</i>	
<i>Distância em relação a comunidade de recicladores</i>	
<i>Conexão com a malha viária</i>	
<i>Gabarito e pavimentação da via</i>	
<i>Pré-existência</i>	
<i>Possibilidade de regularização urbanística do lote</i>	
<i>Vegetação no entorno imediato (cinturão verde)</i>	não consta
<i>Tratamento paisagístico</i>	não consta
<i>Cercamento e portões</i>	
3.2.2. Setor de recebimento e estocagem preliminar dos resíduos, a granel.	
<i>Facilidade de manobra do caminhão</i>	
<i>Facilidade de abastecimento na estocagem inicial</i>	
<i>Cobertura da área de descarga dos resíduos</i>	não consta
<i>Pavimentação na área de recebimento</i>	não consta
<i>Dispositivo de estocagem (gaiola, baía com shut ou funil)</i>	
<i>Área de estocagem para grandes volumes</i>	não consta
<i>Orientação solar da estocagem</i>	
<i>Fluxo por gravidade</i>	
<i>Material do recipiente de estocagem</i>	
<i>Manutenção da área de estocagem</i>	
<i>Escoamento próximo ao dispositivo de estocagem</i>	não consta
3.2.3 Setor de triagem primária dos resíduos.	
<i>Conexão entre a estocagem preliminar e a superfície de triagem</i>	
<i>Leiaute adotado na triagem</i>	
<i>Bancada corrida</i>	
<i>Mesas</i>	
<i>Esteira elétrica</i>	
<i>Material das bancadas corridas ou mesas</i>	
<i>Presença de aba no perímetro da bancada corrida/mesa</i>	
<i>Limpabilidade da superfície de triagem</i>	
<i>Iluminação do setor operacional</i>	
<i>Iluminação artificial</i>	
<i>Iluminação natural</i>	
<i>Ventilação natural</i>	
<i>Espaço para múltiplos dispositivos transitórios</i>	
3.2.4 Setor de triagem secundária e acondicionamento temporário dos resíduos.	
<i>Acondicionamento temporário</i>	
<i>Área livre para circulação dos deslocadores</i>	
<i>Dispositivo de acondicionamento de materiais recuperados</i>	
<i>Manutenção dos dispositivos de armazenamento</i>	
<i>Dispositivo de acondicionamento do rejeito</i>	
<i>Facilidade de abastecimento do estoque de rejeito</i>	
<i>Triagem secundária</i>	
<i>Existência de triagem secundária</i>	
<i>Localização da triagem secundária</i>	
<i>Dispositivo adequado para triagem secundária</i>	
3.2.5 Setor de enfardamento.	
<i>Área dimensionada para maquinário específico</i>	
<i>Proximidade entre os setores de enfardamento e estocagem</i>	
3.2.6 Setor de estocagem dos materiais recuperados.	
<i>Acondicionamento adequado do estoque</i>	
<i>Depósito de materiais específicos</i>	
3.2.7 Setor de expedição.	
<i>Proximidade entre o setor de expedição e o de estocagem</i>	
<i>Facilitadores de transporte (docas, elevadores, empilhadeiras)</i>	
<i>Área de manobra do veículo de coleta</i>	
3.2.8 Infraestrutura administrativa e de apoio operacional.	
<i>Escritório</i>	
<i>Sala de reuniões</i>	não consta
<i>Banheiro/Vestiário</i>	
<i>Proximidade do banheiro/vestiário com o setor operacional</i>	
<i>Cozinha</i>	
<i>Refeitório</i>	
<i>Acesso coberto nas áreas administrativa e de apoio operacional</i>	
<i>Espaço de convivência</i>	não consta
3.2.9 Fluxo de operação	
<i>Fluxo de operação</i>	
3.2.10 Adoção de recursos com menor conteúdo energético intrínseco	
<i>Método construtivo</i>	
<i>Fonte de geradora de energia renovável</i>	não consta
<i>Reaproveitamento da água da chuva</i>	não consta

75% a 100%	consta no galpão e carece de BAIXO ou nenhum nível de melhoria
25% a 74%	consta no galpão e carece de INTERMEDIÁRIO nível de melhoria
1% a 24%	consta no galpão e carece de ALTO nível de melhoria
0% (consta)	não consta no galpão, mas poderia ser implementado
	o parâmetro não se aplica na unidade analisada

Fonte: elaborada pelo autor (2023).

4.2 Comparativo entre os três Galpões

Com o propósito de comparar as diferentes unidades estudadas e pontuar elementos em comum entre elas, os indicativos qualitativos foram dispostos lado a lado a fim de destacar os preponderantes. No critério “Terreno”, percebeu-se que é comum a inexistência de tratamento paisagístico e do cinturão verde indicados pelo TR técnico – para auxiliar no controle térmico, do ruído e a exposição aos ventos. Para além da função, o plantio de vegetação no lote imprime humanização da unidade e promove áreas de convivência ao ar livre, quando utilizadas árvores que geram sombreamento (FUÃO, 2015). A tabela 6 demonstra que, da ótica do analista, os critérios foram majoritariamente atendidos. Contudo, no decorrer da análise percebeu-se que a parcela das problemáticas apontadas no Galpão 03 decorrem da relação entre o espaço e a função, conduzindo para hipótese de que surgem em consequência do reaproveitamento de um prédio pré-existente.

Tabela 6 – Comparativo dos indicativos “Terreno”.

CRITÉRIO AVALIADO	INDICADOR		
	Galpão 01	Galpão 02	Galpão 03
3.2.1. Terreno			
<i>Terreno inserido em zona urbana</i>			
<i>Declividade do terreno</i>			
<i>Distância em relação a comunidade de recicladores</i>			
<i>Conexão com a malha viária</i>			
<i>Gabarito e pavimentação da via</i>			
<i>Pré-existência</i>			
<i>Possibilidade de regularização urbanística do lote</i>			
<i>Vegetação no entorno imediato (cinturão verde)</i>	não consta	não consta	não consta
<i>Tratamento paisagístico</i>	não consta	não consta	não consta
<i>Cercamento e portões</i>		não consta	

75% a 100%	consta no galpão e carece de BAIXO ou nenhum nível de melhoria
25% a 74%	consta no galpão e carece de INTERMEDIÁRIO nível de melhoria
1% a 24%	consta no galpão e carece de ALTO nível de melhoria
0% (consta)	não consta no galpão, mas poderia ser implementado
	o parâmetro não se aplica na unidade analisada

Fonte: elaborada pelo autor (2023).

A análise do “setor de recebimento e estocagem preliminar dos resíduos a granel” (tabela 7) identificou majoritariamente parâmetros negativos que prejudicam as atividades corriqueiras da operação e, por sua vez, a qualidade do trabalho dos

usuários. Esses caracterizam adaptações com uma escala com intermediário e alto impacto em obras. Como exemplo, a posição em que o prédio foi implantado no lote afeta diretamente a facilidade de manobra do caminhão, o que conduz para a necessidade de um meticoloso diagnóstico arquitetônico para adequação de unidades que já se encontram consolidadas. Nesse caso, o impacto é altíssimo, podendo tornar impraticável a adaptação.

Tabela 7 – Comparativo dos indicativos “Setor de recebimento e estocagem de resíduos sólidos a granel”.

CRITÉRIO AVALIADO	INDICADOR		
	Galpão 01	Galpão 02	Galpão 03
3.2.2. Setor de recebimento e estocagem preliminar dos resíduos, a granel.			
<i>Facilidade de manobra do caminhão</i>			
<i>Facilidade de abastecimento na estocagem inicial</i>			
<i>Cobertura da área de descarga dos resíduos</i>	não consta	não consta	não consta
<i>Pavimentação na área de recebimento</i>		não consta	não consta
<i>Dispositivo de estocagem (gaiola, baia com shut ou funil)</i>			
<i>Área de estocagem para grandes volumes</i>	não consta	não consta	não consta
<i>Orientação solar da estocagem</i>			
<i>Fluxo por gravidade</i>			
<i>Material do recipiente de estocagem</i>			
<i>Manutenção da área de estocagem</i>			
<i>Escoamento próximo ao dispositivo de estocagem</i>	não consta	não consta	não consta

75% a 100%	consta no galpão e carece de BAIXO ou nenhum nível de melhoria
25% a 74%	consta no galpão e carece de INTERMEDIÁRIO nível de melhoria
1% a 24%	consta no galpão e carece de ALTO nível de melhoria
não consta	não consta no galpão, mas poderia ser implementado
	o parâmetro não se aplica na unidade analisada

Fonte: elaborada pelo autor (2023).

Quanto aos dispositivos de estocagem preliminar, restou clara a preferência pelo uso de gaiolas e foram identificadas duas características essenciais a serem levadas em conta: a primeira é a subutilização de área existente embaixo da gaiola (Figura 32), que promove o acúmulo de sujeira e poderia abrigar outros usos ou, até mesmo, ser executado o enclausuramento dessas partes; a segunda é a implementação do dispositivo ocupando a maior face da edificação (considerando o exemplo do Galpão 01, que gera um resíduo de área subutilizada, enquanto no Galpão 02 ocupa toda a dimensão e otimiza o espaço) e observada na Figura 33.

Figura 32 - Demonstração de área subutilizada embaixo da gaiola.

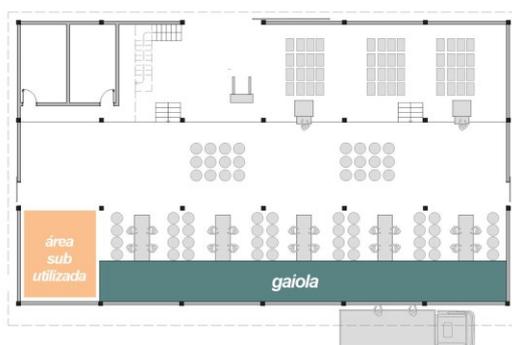
ESQUEMA COM ÁREA SUBUTILIZADA
sem escala



Fonte: elaborada pelo autor (2023).

Figura 33 - Disposição da gaiola nos Galpões 01 e 02.

DISPOSIÇÃO DA GAIOLA (GALPÃO 01)
sem escala



DISPOSIÇÃO DA GAIOLA (GALPÃO 02)
sem escala



Fonte: elaborada pelo autor (2023).

Os setores de “triagem primária dos resíduos” e o de “triagem secundária e acondicionamento temporário dos resíduos”, compreendidos como o coração da operação, repercutiram com significativos pontos de qualidade na tabela 8. A iluminação e ventilação natural representaram os desempenhos inferiores. Entretanto, do ponto de vista arquitetônico, o ajuste deles contempla intermediário ou baixo nível de complexidade. Já os critérios mais bem qualificados são os indispensáveis para o desempenho do labor: como o leiaute adotado, a escolha dos dispositivos e dos materiais que auxiliam na triagem e realização de outras tarefas. A base da triagem é manual, então reduzir movimentações desnecessárias e duplas

movimentações agregam valor e devem ser priorizadas nesses setores (SOUZA et al, 2013).

Tabela 8 – Comparativo dos indicadores dos setores “triagem primária dos resíduos” e “triagem secundária e acondicionamento temporário dos resíduos”.

CRITÉRIO AVALIADO	INDICADOR		
	Galpão 01	Galpão 02	Galpão 03
3.2.3 Setor de triagem primária dos resíduos.			
<i>Conexão entre a estocagem preliminar e a superfície de triagem</i>			
<i>Leiaute adotado na triagem</i>			
<i>Bancada corrida</i>			
<i>Mesas</i>			
<i>Esteira elétrica</i>			
<i>Material das bancadas corridas ou mesas</i>			
<i>Presença de aba no perímetro da bancada corrida/mesa</i>			
<i>Limpabilidade da superfície de triagem</i>			
<i>Iluminação do setor operacional</i>			
<i>Iluminação artificial</i>			
<i>Iluminação natural</i>			
<i>Ventilação natural</i>			
<i>Espaço para múltiplos dispositivos transitórios</i>			
3.2.4 Setor de triagem secundária e acondicionamento temporário dos resíduos.			
<i>Acondicionamento temporário</i>			
<i>Área livre para circulação dos deslocadores</i>			
<i>Dispositivo de acondicionamento de materiais recuperados</i>			
<i>Manutenção dos dispositivos de armazenamento</i>			
<i>Dispositivo de acondicionamento do rejeito</i>			
<i>Facilidade de abastecimento do estoque de rejeito</i>			
<i>Triagem secundária</i>			
<i>Existência de triagem secundária</i>			
<i>Localização da triagem secundária</i>			
<i>Dispositivo adequado para triagem secundária</i>			

	75% a 100%	consta no galpão e carece de BAIXO ou nenhum nível de melhoria
	25% a 74%	consta no galpão e carece de INTERMEDIÁRIO nível de melhoria
	0% a 24%	consta no galpão e carece de ALTO nível de melhoria
	0% a 24%	não consta no galpão, mas poderia ser implementado
		o parâmetro não se aplica na unidade analisada

Fonte: elaborada pelo autor (2023).

Os setores de “enfardamento”, “estocagem de materiais recuperados” e de “expedição”, são conseguintes à triagem e os itens mais bem avaliados estão interligados com o leiaute proposto e com a presença de um fluxo linear entre as etapas (tabela 9). Os que revelaram baixa qualidade encontram-se tangentes ao acondicionamento do estoque e ausência de depósito para materiais específicos (os com menos rotatividade de venda e que acabam perturbando quando alocados junto do estoque geral).

Tabela 9 – Comparativo dos indicadores dos setores “enfardamento”, “estocagem de materiais recuperados” e “expedição”.

CRITÉRIO AVALIADO	INDICADOR		
	Galpão 01	Galpão 02	Galpão 03
3.2.5 Setor de enfardamento.			
<i>Área dimensionada para maquinário específico</i>			
<i>Proximidade entre os setores de enfardamento e estocagem</i>			

3.2.6 Setor de estocagem dos materiais recuperados.			
<i>Acondicionamento adequado do estoque</i>			
<i>Depósito de materiais específicos</i>			
3.2.7 Setor de expedição.			
<i>Proximidade entre o setor de expedição e o de estocagem</i>			
<i>Facilitadores de transporte (docas, elevadores, empilhadeiras)</i>			
<i>Área de manobra do veículo de coleta</i>			

■ 75% a 100% consta no galpão e carece de BAIXO ou nenhum nível de melhoria
■ 25% a 74% consta no galpão e carece de INTERMEDIÁRIO nível de melhoria
■ 1% a 24% consta no galpão e carece de ALTO nível de melhoria
■ não consta no galpão, mas poderia ser implementado
■ o parâmetro não se aplica na unidade analisada

Fonte: elaborada pelo autor (2023).

Quanto à “infraestrutura administrativa e operacional”, observou-se desempenho insatisfatório. A pesquisa não aborda a qualidade e nem diagnóstico para os itens analisados; contudo, nos galpões, foram identificados poucos indicadores que qualifiquem esses espaços. Durante a análise foram identificadas, principalmente, problemáticas com ventilação, iluminação e acessos descobertos. Os mais utilizados e presentes nas unidades foram as cozinhas e banheiros, esses obtiveram os melhores indicadores (Tabela 10).

Tabela 10 – Comparativo dos indicativos dos setores “Infraestrutura administrativa e de apoio operacional.”

CRITÉRIO AVALIADO	INDICADOR		
	Galpão 01	Galpão 02	Galpão 03
3.2.8 Infraestrutura administrativa e de apoio operacional.			
<i>Escritório</i>			
<i>Sala de reuniões</i>	não consta	não consta	não consta
<i>Banheiro/Vestiário</i>			
<i>Proximidade do banheiro/vestiário com o setor operacional</i>			
<i>Cozinha</i>			
<i>Refeitório</i>			
<i>Acesso coberto nas áreas administrativa e de apoio operacional</i>		não consta	não consta
<i>Espaço de convivência</i>	não consta	não consta	não consta

■ 75% a 100% consta no galpão e carece de BAIXO ou nenhum nível de melhoria
■ 25% a 74% consta no galpão e carece de INTERMEDIÁRIO nível de melhoria
■ 1% a 24% consta no galpão e carece de ALTO nível de melhoria
■ não consta no galpão, mas poderia ser implementado
■ o parâmetro não se aplica na unidade analisada

Fonte: elaborada pelo autor (2023).

A necessidade de espaços de convivência adquiriu relevância quando se constatou, em uma área externa do Galpão 01, a presença de alguns bancos de ônibus reaproveitados da sucata que conformaram, em baixo à sombra de uma árvore, uma área de descanso (Figura X) utilizada pelos usuários em todos os intervalos em que o pesquisador esteve presente, reforçando a carência da função e inclusão dentro do programa de necessidades de uma Unidade de Triagem.

Fotografia 19 - “Área de lazer” do Galpão 01.



Fonte: fotografada pelo autor (2023).

O critério “Fluxo de Operação” será discorrido no próximo subitem, consagrada a relevância dele para a pesquisa. Já o critério “Adoção de recursos com menor conteúdo energético intrínseco”, apresentou-se ausente em relação a todos os itens, pois não foram identificadas nos galpões fontes geradoras de energia renovável, sistemas de reaproveitamento da água da chuva e nem métodos construtivos mais sustentáveis, embora sugeridos pelo Termo Referencial Técnico. Quanto às construções dos prédios principais, ainda que realizadas em sistema pré-fabricados de concreto – que envolvem redução de resíduos durante a obra e economia de energia no processo produtivo –, elas não constituem a totalidade de nenhuma das unidades estudadas, posto que os anexos foram erguidos a partir variados métodos.

4.3 Resultados

A contar da primeira análise dos conteúdos que integram o Termo Referencial Técnico, em específico o seu programa de necessidades, foi percebida a sequencialidade presente nas operações de triagem. Posteriormente, por meio da literatura, essa sequência de fatores foi entendida como o “fluxo de produção” (FUÃO, 2015).

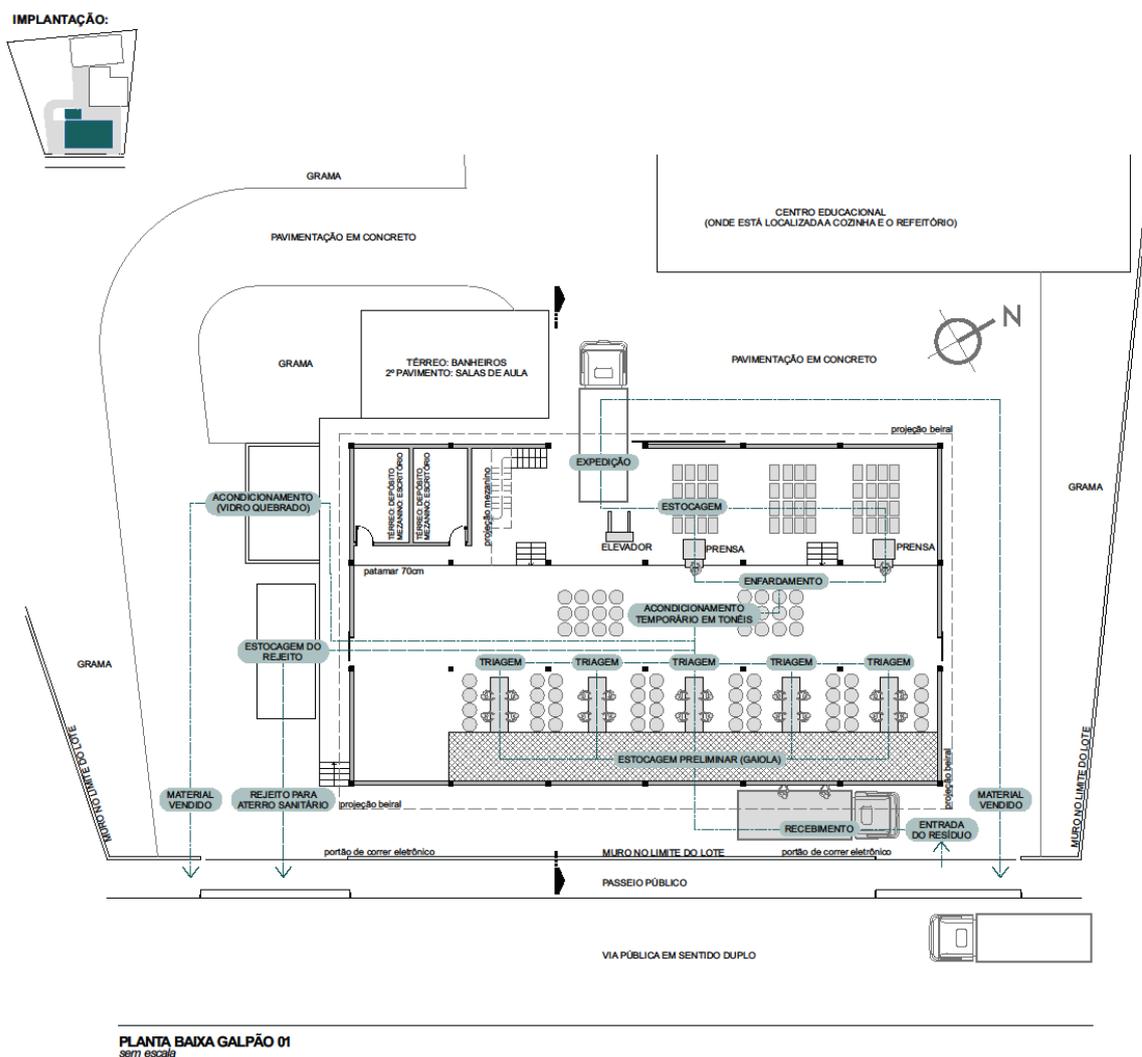
Assim que aplicados os indicadores qualitativos no estudo de caso, foram evidenciadas lacunas propensas a reduzirem a produtividade das unidades e/ou desfavorecerem a qualidade dos espaços em relação aos seus usuários. Isso conduz a crer que os prédios, ainda que projetados para a finalidade que ocupam, não levam em conta elementares soluções arquitetônicas qualificadas a priorizarem o desempenho dos processos e das pessoas envolvidas no fenômeno.

Ao sobrepor um fluxograma de processos às plantas baixas das edificações, tornou-se nítida a identificação dos elementos que reduzem as qualidades operacionais em relação à espacialidade percebida. À vista disso, Souza (2013) pontua:

Para garantir boa eficiência nos galpões, há que se definir tecnicamente os *layouts* a serem empregados, pois o trabalho de triagem baseia-se essencialmente em uma concepção adequada do fluxo de materiais: na entrada dos materiais/caminhões, na separação, na prensagem, no estoque e na entrega aos clientes (SOUZA *et al*, 2013, p. 55).

No Galpão 01 o fluxograma se demonstrou harmônico (figura 34), sem sobreposições de trajetos, com entradas e saídas corretamente posicionadas e todas as etapas ocorrendo na mesma sequência em que são previstas pelos manuais técnicos: o resíduo entra por um lado e sai por outro, sem pontos de intersecção. O principal questionamento que surge nessa edificação se dá em razão da infraestrutura que provoca deslocamentos da equipe em áreas descobertas, o que é dificultado em dias de chuva. Ainda nesse sentido, constatou-se que a zona de recebimento também não é protegida da chuva e conta com a proteção de um pequeno beiral. No entanto, com simples recursos podem-se solucionar essas questões. Na esfera da operação e adaptação dela ao espaço, o fluxograma desvelou-se satisfatório.

Figura 34 - Fluxograma dos setores do Galpão 01.



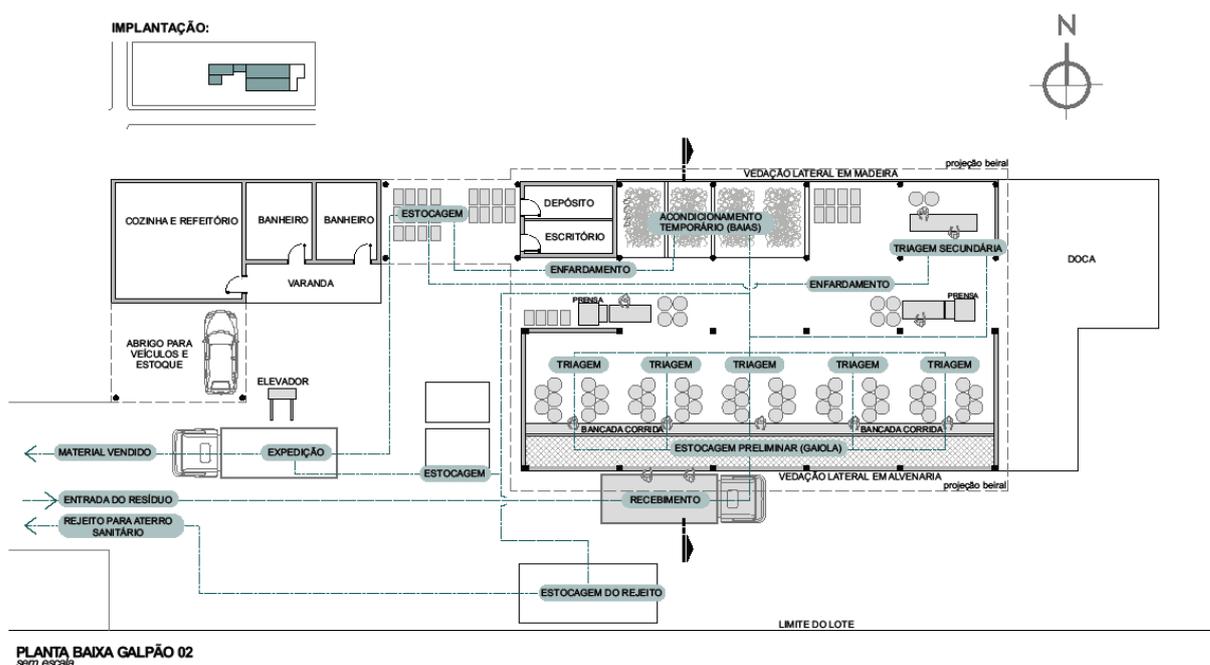
Fonte: elaborada pelo autor (2023).

Já o Galpão 02 configurou um fluxograma desarticulado (figura 35), onde os trajetos são sobrepostos e as etapas se cruzam. Inclusive, durante as visitas, esse fator dificultou a distinção entre os materiais recém triados e os já estocados, visto que a estocagem ocorre “onde houver espaço”. As baias de alvenaria se mostraram como uma solução não funcional, pois depois de despejarem os resíduos nas baias, os bomboneiros levam um bom tempo até recolhê-los novamente e encaminhá-los ao enfardamento. Caso se utilizassem os próprios dispositivos transitórios (toneis, bombonas e *bags*), no lugar das baias, haveria redução no tempo para o desempenho da tarefa. Todavia, essa modificação espacial envolveria custos com

obra para adequação especial e boa parte das cooperativas não possuem respaldo nessas situações.

A implantação do galpão 02 apresenta uma doca ao fundo, sugerindo que anteriormente houve um fluxo de operação diferente do atual. Em função da ampliação do gabarito viário, ocorreu a redução dos limites do lote e isso acarretou na impossibilidade de manobra de veículos para a utilização da doca, gerando uma área subutilizada na edificação. Também por esse motivo houve o estreitamento da zona de recebimento que reduziu o espaço de manobra, tornando a área destinada à “expedição” a única opção que comporta o raio de giro do veículo dentro do lote. Então, o caminhão é conduzido do recebimento até expedição em marcha ré, para que possa sair de frente pelo acesso principal. A expedição localizada em área externa não é recomendada pelos manuais técnicos, assim como a zona de estocagem, que além disso deve ser provida de vedação lateral e não exposta às intempereis (diferentemente do praticado). Dentre outras problemáticas, pôde-se compreender que a espacialidade observada no Galpão 02 não condiz com a atual proporção da operação, culminando em pontos de cruzamento e deslocamentos excessivos para o âmbito operacional.

Figura 35 - Fluxograma dos setores do Galpão 02.

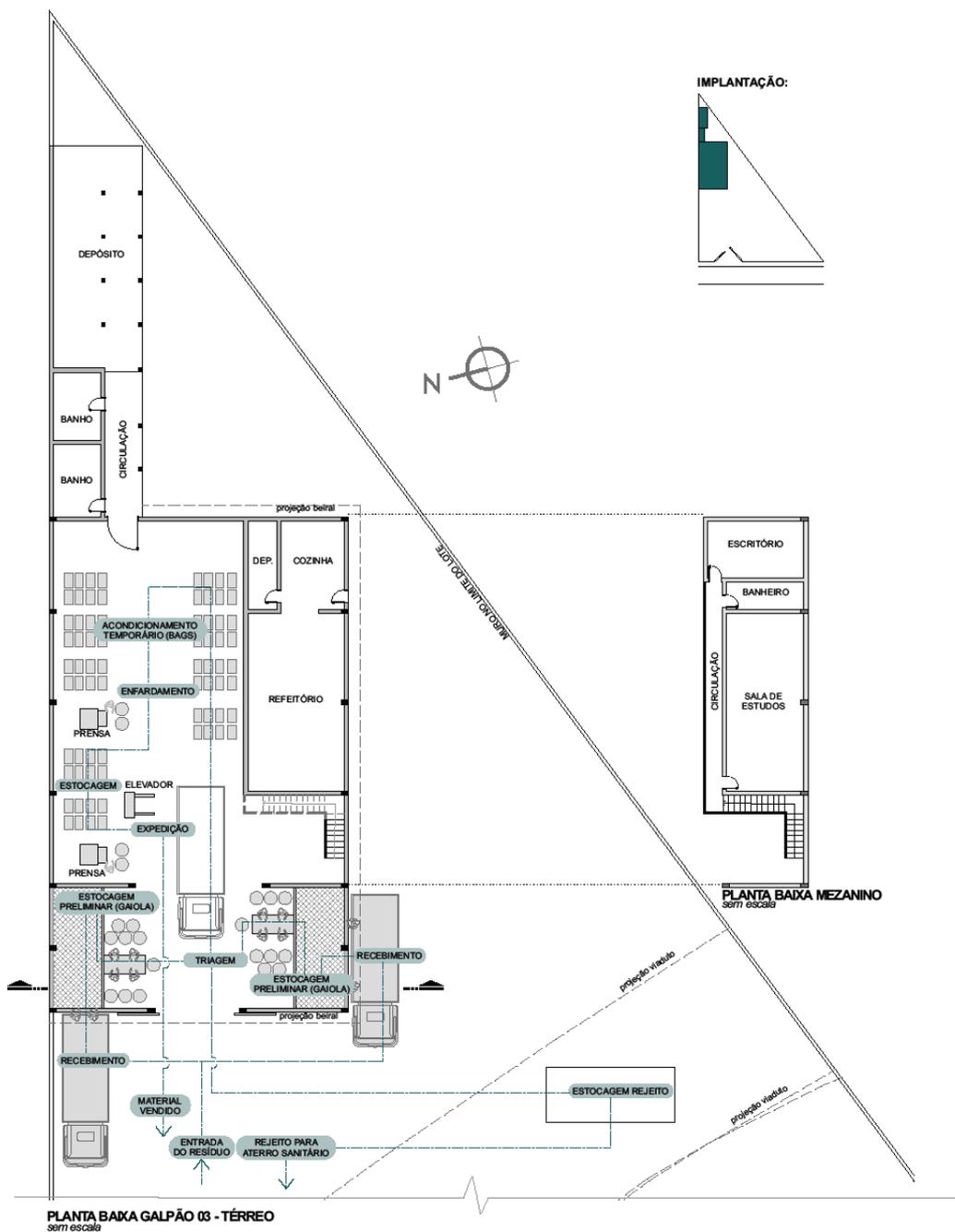


Fonte: elaborada pelo autor (2023).

O fluxograma (figura 36) resultante do Galpão 03 se configurou pela desarticulação dos setores e pela existência de pontos de intersecção no trajeto dos materiais que proporcionam deslocamentos cruzados. O setor de recebimento se mostrou dificultado em razão da disposição das gaiolas na edificação, enquanto o acesso do veículo no setor de expedição, que percorre a triagem, implica na paralisação dos serviços para que, então, o caminhão seja carregado com os materiais recuperados. Outro fator deficitário é a localização da zona de armazenamento temporário ao fundo da edificação, que faz com que o material seja deslocado da triagem até o armazenamento temporário e depois retorne pelo mesmo percurso, passando pelo enfardamento e estocagem até chegar na expedição, ou seja, retornando ao mesmo ponto.

O acesso da cozinha e do refeitório encontram-se distantes do setor operacional, e não são cobertos e nem pavimentados, causando dificuldade para a utilização em dias chuvosos. Áreas de depósito desconectadas da edificação principal e com acesso dificultado foram constatadas como subutilizadas. De modo geral, a construção apresenta área construída condizente com o porte da operação; porém, a organização espacial junto do fato de que todos os caminhões acessam o edifício somente por uma face tornam o tráfego atribulado e prejudicam a dinâmica operacional.

Figura 36 - Fluxograma dos setores do Galpão 03.



Fonte: elaborada pelo autor (2023).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ritmo da geração de resíduos sólidos remonta uma problemática global, através dos impactos negativos que eles podem causar ao meio ambiente. No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) tem como objetivo estabelecer diretrizes para o gerenciamento desses resíduos, carregando consigo múltiplos princípios. Um deles é a valorização do material presente nas lixeiras – como plásticos, papéis e metais –, com potencial econômico para auxiliar, por meio da reciclagem, na geração de emprego e renda de parcela da sociedade. A análise do aparato legal sobre os resíduos sólidos possibilitou estabelecer conexões entre as etapas do processo de gerenciamento com a edificação de galpões que recebem esses resíduos e operam na etapa de triagem. A ótica da arquitetura foi aplicada na análise do arranjo espacial desses galpões, com o intuito de delinear aspectos qualitativos das edificações.

Nesse contexto, a presente pesquisa, inicialmente objetivou o levantamento de manuais técnicos com a intenção de compreender o funcionamento de um galpão de triagem. Em seguida, mediante a elaboração de uma lista, resultante do programa de necessidades estabelecido pelo governo e contendo elementos arquitetônicos com potencial técnico de aprimoramento às edificações, consolida-se o estudo de caso - realizado por meio de visitas em três diferentes galpões de triagem implantados na cidade de Porto Alegre/RS.

A arquitetura ensejou a análise espacial dos prédios averiguando as lacunas entre o espaço e o fluxo de materiais que ali ocorrem. Como resultado, o estudo expressou o alinhamento das etapas operacionais, identificando poucas alterações na sequência de etapas de uma edificação para outra. No entanto, em função do arranjo espacial, os trajetos percorridos entre as atividades manifestaram a possibilidade de prejudicar ou beneficiar a operação, em vista dos deslocamentos e da sequência de etapas.

Os resultados da análise estruturados em formato de tabela construída com indicadores de qualidade atribuídos a cada elemento analisado também se mostraram satisfatórios. Contudo, mesmo protagonizando o estudo, a configuração da tabela se mostrou como uma reduzida adversidade da pesquisa, quando considerada a hipótese de que, se junto do indicador fosse aplicado um sistema de

checklist com uma escala de pontuação atribuída para cada elemento analisado, então, desse modo o analista procederá mais facilmente com a calibragem dos parâmetros. Para replicação do estudo, sugere-se, ainda, a possibilidade de inserção de uma coluna na tabela, ao lado da escala de qualidade, reservada a síntese dos itens observados, a título de promover a elucidação dos motivos e a compreensão de terceiros sobre a qualidade destinada ao item.

Com o intuito de auxiliar na compreensão de todos os itens analisados e possibilitar um comparativo visual, a tabela completa (comparando as três unidades de triagem) foi adicionada como apêndice dessa pesquisa. Nela, é possível observar que os elementos menos bem avaliados (em vermelho) se encontram nos itens de terreno, área de recebimento, estocagem e de infra-estrutura administrativa, enquanto as zonas de triagem demonstraram uma melhor avaliação. O fato de que o principal propósito das operações instaladas nessas edificações é a triagem de resíduos em si – que demonstrou desempenho mais adequado do que o restante dos itens-, leva a crer que os critérios que apresentaram menor desempenho estão relacionados com o projeto arquitetônico que não considerou a real dimensão ou que não acompanhou ampliação dessas operações. Ainda há de acrescentar-se que, de acordo com a literatura utilizada, os projetos são predominantemente desenvolvidos pelas prefeituras e sem considerar a opinião ou real necessidade de cada uma das operações. Isso, cumulado com a realidade de que, na grande maioria, esses galpões de reciclagem enfrentam dificuldades financeiras, enrijece a dificuldade de contratação de novos profissionais técnicos para reformas, adequações e ampliações dos prédios, culminando na redução da qualidade arquitetônica dessas construções.

O resultado da análise levou à concepção de que o fluxo praticado na etapa de triagem é o mesmo e, portanto, demonstrou que a arquitetura e a relação do espaço influenciam diretamente no desempenho das atividades das etapas de triagem. Uma adversidade percebida no decorrer da pesquisa foi a carência de literatura que articule os galpões de triagem com a arquitetura, ainda que eles tenham se manifestado estritamente interligados mediante os resultados obtidos. Porém, o fato legitima a temática para o incentivo de demais pesquisas acerca do tema.

Verificou-se diversas questões relacionadas à qualidade dos ambientes analisados, incluindo problemas com a distribuição dos espaços, equipamentos

utilizados, qualidade e ausência de eletrodomésticos, equipamentos sanitários danificados, ausência de revestimentos adequados e até mesmo qualidade de materiais e revestimentos aplicados nas edificações, que podem afetar a salubridade do ambiente e o desempenho das atividades ali realizadas. Os registros fotográficos das visitas evidenciaram que algumas condições arquitetônicas nas unidades de triagem não correspondiam ao ideal almejado na arquitetura. No entanto, a análise desses parâmetros implicaria em considerações sociais, políticas e econômicas, como a compreensão do perfil da comunidade inserida nesse contexto e também na realidade praticada em suas residências, para viabilizar, assim, o comparativo com as características observadas no ambiente de trabalho. Isso conduziria a uma abordagem social – ou, até mesmo, filosófica - e exigiria uma extensão de escala da pesquisa. Portanto, o delineamento dos quesitos desse estudo abordou exclusivamente informações arquitetônicas, vislumbrando a perspectiva técnica, e esse fato corroborou para uma análise mais sintética e objetiva dessas informações técnicas arquitetônicas.

De modo geral, a metodologia aplicada se mostrou eficaz quanto à replicação da análise em múltiplas unidades, uma vez que os elementos identificados foram consistentes em três casos distintos. Isso sugere que ela pode ser replicada com sucesso em outros contextos similares; todavia, podem ser considerados as seguintes contribuições, como forma de sugestão para replicação:

- (I) o presente estudo abordou um recorte local do mesmo município, no entanto, a análise de contextos desparelhos, tanto de localidade quanto de maquinários e tecnologias disponíveis (como esteiras rolantes, processos mecânicos e outros) poderá ensejar relevante comparativo.
- (II) A inclusão de “pormenores” técnicos nos critérios de análise (como especificação de pisos, pinturas, rebocos arredondados para aprimorar a higienização, esquadrias, dimensões etc.) podem resultar em uma ferramenta mais robusta para análise.
- (III) Levar em conta o tempo de consolidação da operação, bem como os aspectos sociais e econômicos nas quais estão inseridas, assim como estatísticas métricas e sólidas sobre os resultados da triagem dos resíduos realizados em cada galpão, acarretaria em um comparativo eficaz na busca de um produto quali-quantitativo;
- (IV) As considerações sugeridas no item III, se aplicadas em uma única unidade de triagem, também poderá demonstrar bom resultados e promover um diagnóstico arquitetônico em função da qualidade absorvida na análise espacial.

Verificando o percurso e o resultados, compreende-se que a pesquisa alcançou os objetivos propostos, mesmo com as ressalvas explanadas no presente capítulo. Espera-se que este estudo possa contribuir para o desenvolvimento da literatura, no prosseguimento da pesquisa ou auxiliando na tomada de decisões relacionadas ao tema, bem como que a relevância e a multidisciplinaridade acerca desse assunto possam ser a cada dia mais conhecidas.

REFERÊNCIAS

[ABRELPE] Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**, 2018/2019. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019/>>. Acesso em: jan. 2023.

[ABRELPE] Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**, 2018/2019. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/download-panorama-2022/>>. Acesso em: jan. 2023.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13463**: Coleta de resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 1995.

ALMEIDA, W. J. M. Abastecimento de água à população urbana: uma avaliação do PLANASA – relatório de pesquisa n. 37, 1977.

AMADO, Frederico. **Resumo Direito Ambiental** - Esquematizado. 1. ed. São Paulo: Editora. Método, 2013.

BARBOSA, Martina. **Condições de trabalho em unidades de triagem de resíduo sólido em quatro cooperativas de Campinas, SP**: caracterização e percepção de catadores, 2011. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo – Universidade Estadual de Campinas (UEC). Campinas, 2011.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: jan.2023

BRASIL. LEI Nº 11.445, DE 5 DE JANEIRO DE 2007. **Diretrizes Nacionais Saneamento Básico**. Brasília, DF, jan. 2015. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm> Acesso em: jan. 2023

BRASIL. LEI Nº 12.305, DE 02 DE AGOSTO DE 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos, PNRS**. Brasília, DF, ago. 2010. Disponível em: <<https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/emissoes-e-residuos/residuos/politica-nacional-de-residuos-solidos-pnrs#:~:text=A%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de%20Res%C3%ADduos,o%20gerenciamento%20de%20res%C3%ADduos%20s%C3%B3lidos.>>. Acesso em: jan. 2023.

BRASIL. **LEI Nº 13.844, DE 18 DE JUNHO DE 2019**. Brasília, DF, jun. 2019. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/lei/L13844.htm>. Acesso em: jan. 2023.

BRASIL. LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981. Brasília, DF, ago. 1981. Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm> Acesso em: jan. 2023.

BRASIL. **LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981**. Política Nacional do Meio Ambiente. Brasília, DF, ago. 1981. Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: jan. 2023.

BRASIL. **LEI Nº 9.605, DE 12 DE FEVEREIRO DE 1998**. Brasília, DF, fev. 1998. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm> Acesso em: jan. 2023.

BRASIL. MCID. Ministério das Cidades, 2010a. **Termo de Referência Geral - TR Elaboração de Projetos de Engenharia e Estudos Ambientais de Obras e Serviços de Infraestrutura de Sistemas Integrados de Destinação Final de Resíduos Sólidos Urbanos**, 2010. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/saneamento/11_TRProjRSUGeral2010_2011.pdf>. Acesso em: jan. 2023.

BRASIL. MCID. Ministério das Cidades, 2010b. **Termo de Referência Técnico para elaboração do projeto básico e executivo completo de galpão / unidade de triagem para coleta seletiva**, 2010. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/saneamento/16_TRProjRSUGalpao_triagem2010_2011.pdf> Acesso em: jan. 2023.

BRASIL. MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Planares, 2012**. Disponível em: <https://www.cnm.org.br/cms/images/stories/comunicacao_novo/links/Guia_CNM__Planares_consulta_publica_MMA.pdf> Acesso em: jan. 2023.

BRASIL. MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Planares, 2022**. Disponível em: < <https://portal-api.sinir.gov.br/wp-content/uploads/2022/07/Planares-B.pdf>> Acesso em: jan. 2023.

BRASIL. MP. **Ministério do Planejamento**. PAC - Programa de Aceleração do Crescimento, 3º balanço, 2008. Disponível em: < <https://bibliotecadigital.economia.gov.br/handle/777/406>> Acesso em: jan. 2023.
Catadores de Materiais Recicláveis. São Paulo: Editora Peirópolis, 2013.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Manual Ciclosoft**, 2018. Disponível em: <<https://cempre.org.br/wp-content/uploads/2020/08/Pesquisa-Ciclosoft-2018.pdf>>. Acesso em: jan. 2023.

COELHO, J. P.; TOCCHETTO, M. R. L.; JÚNIOR, E. L. M. **Centrais de triagem de resíduos (CTR): uma solução para o gerenciamento em municípios de pequeno porte**. Santa Maria: Revista Monografias Ambientais (REMOA) – Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/10930>>. Acesso em: jan. 2023

CONAMA. Resolução nº 275, de 25 de abril de 2001. **Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.** Disponível em:

<<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=291>>. Acesso em: jan. 2023.
FILHO, Carlos Roberto Silva; Soler, Fabricio Dorado. 4. Ed. Atual. E ver. São Paulo: Editora Trevisan, 2019.

FUÃO, F. F. et al. **Galpões de triagem: uma abordagem espacial arquitetônica.** VIRUS, São Carlos, n.4, dez. 2010. Disponível em: <http://www.nomads.usp.br/virus/virus04/secs/submitted/virus_04_submitted_8_pt.pdf> Acesso em: jan. 2023.

FUÃO, Fernando Freitas. **Manual Construir e reformar um Galpão de Reciclagem.** 1 ed. Porto Alegre: Edição do Autor, 2015.

GALVÃO JR, A.C; NISHIO, S. R.; BOUVIER, B. B.; TUROLLA, F. A. **Marcos regulatórios estaduais em saneamento básico,** 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rap/a/nbMYKyxTZrVYRCdCbRyn9Kc/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: jan. 2023.

GOMEZ, Gregório R; FLORES, Javier; JIMÉNEZ, Eduardo, 1996. **Metodologia de la Investigacion Cualitativa, Malaga:** Ediciones Aljibe.

IBAM/SNS/MAS – INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL/SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO/ MINISTÉRIO DA AÇÃO SOCIAL. Cartilha de Limpeza Urbana. Disponível em: <https://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/cartilha_limpeza_urb.pdf>. Acesso em: jan. 2023

JARDIM, Arnaldo; YOSHIDA, Consuelo; FILHO, José, V. Política Nacional, Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos. 1 ed. Barueri: Editora Manole, 2012

KAZA, Silpa; YAO, Lisa C.; BHADA-TATA, Perinaz; VAN WOERDEN, Frank. **What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050.** Urban Development; Washington, DC: World Bank, 2018. Disponível em: <<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>>. Acesso em: jan. 2023.

LEITE, P. R. **Logística Reversa: meio ambiente e competitividade.** 2. Ed. São Paulo: Pearson Education – Prentice Hall, 2009.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística Reversa: meio ambiente e competitividade.** São Paulo: Perason – Prentice Hall, 2008.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística Reversa: sustentabilidade e competitividade.** São Paulo: Saraiva, 2017.

LITTLEFIELD, David. **Manual do Arquiteto: planejamento, dimensionamento e projeto.** 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

NETO, Paulo Nascimento. **Resíduos Sólidos Urbanos perspectivas de gestão intermunicipal em regiões metropolitanas.** São Paulo: Editora Atlas, 2013.

NEUFERT, Ernst. **Arte de projetar em arquitetura**. 42. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2022.

PLANASA – relatório de pesquisa n. 37, 1977. Rio de Janeiro: **Instituto de Planejamento Econômico e Social (IPEA)**, 1977.

PITA, Marina. **Conheça as recomendações técnicas do Ministério das cidades para a construção de galpões para separação de resíduos sólidos e o projeto da Prefeitura de São Paulo**, ed. 10, 2011. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/10/central-de-triagem-conheca-as-recomendacoes-tecnicas-do-ministerio-243539-1.aspx>> Acesso em: jan.2023.

PORTO ALEGRE. DMLU. **Departamento Municipal de Limpeza Urbana**. Unidades de Triagem - Informações, sem ano. Disponível em: <<https://prefeitura.poa.br/dmlu/unidades-de-triagem>>. Acesso em: jan. 2023
RIBEIRO, Daniel V. MORELLI, Márcio R. **Resíduos sólidos: problema ou oportunidade?** Rio de Janeiro: Interciência, 2009.

SILVA, L.R.M; MATOS, E.T.A.R; FISCILETTI, R.M.S. **Resíduo sólido ontem e hoje: evolução histórica dos resíduos sólidos na legislação ambiental**. AREL FAAR, Ariquemes, RO, v. 5, n., 2017. Disponível em: <<http://www.faar.edu.br/portal/revistas/os/index.php/arel-faar/article/view/249>>. Acesso em: jan. 2023.

SOUZA, M. A.; SILVA, L. M. P.; ARANTES, B. O. et al. **Tecnologias de coleta seletiva - curso de atualização e aperfeiçoamento em projeto de sistemas de coleta seletiva solidária**. Belo Horizonte: Instituto Nenuca de Desenvolvimento Sustentável (INSEA), 2013.

SOUZA, M. A.; SILVA, L. M. P.; LIMA, F. P. A; ARANTES, B. O. **Resíduo sólido ontem e hoje: evolução histórica dos resíduos sólidos na legislação ambiental brasileira**. *Amazon's Research and Environmental Law*, v. 5, n. 2, 2017.
TERRA, Ernani. **Minidicionário da língua portuguesa**. 2 Ed. São Paulo: Rideel, 2011.

TUROLLA, F. A. **Provisão e operação de infra-estrutura no Brasil: setor de saneamento**. Monografia. (Mestrado em Economia) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getulio Vargas. São Paulo, 1999.

UNWIN, Simon. **A análise da arquitetura**, 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013
YIN, R. K. **Pesquisa Estudo de Caso - Desenho e Métodos**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 1994.

APÊNDICE A– TABELA COMPARATIVA DOS TRÊS GALPÕES

CRITÉRIO AVALIADO	GALPAO 01	GALPAO 02	GALPAO 03
3.2.1. Terreno			
Terreno inserido em zona urbana:	■	■	■
Declividade do terreno:	■	■	■
Distância em relação a comunidade de recicladores:	■	■	■
Conexão com a malha viária:	■	■	■
Gabarito e pavimentação da via:	■	■	■
Pré-existência:	■	■	■
Possibilidade de regularização urbanística do lote:	■	■	■
Vegetação no entorno imediato (cinturão verde):	■ não consta	■ não consta	■ não consta
Tratamento paisagístico:	■ não consta	■ não consta	■ não consta
Cercamento e portões:	■	■ não consta	■
3.2.2. Setor de recebimento e estocagem preliminar dos resíduos, a granel.			
Facilidade de manobra do caminhão:	■	■	■
Facilidade de abastecimento na estocagem inicial:	■	■	■
Cobertura da área de descarga dos resíduos:	■ não consta	■ não consta	■ não consta
Pavimentação na área de recebimento:	■	■ não consta	■ não consta
Dispositivo de estocagem (gaiola, baía com shut ou funil):	■	■	■
Área de estocagem para grandes volumes:	■ não consta	■ não consta	■ não consta
Orientação solar da estocagem:	■	■	■
Fluxo por gravidade:	■	■	■
Material do recipiente de estocagem:	■	■	■
Manutenção da área de estocagem:	■	■	■
Escoamento próximo ao dispositivo de estocagem:	■ não consta	■ não consta	■ não consta
3.2.3 Setor de triagem primária dos resíduos.			
Conexão entre a estocagem preliminar e a superfície de triagem	■	■	■
Leilante adotado na triagem:	■	■	■
Bancada corrida:	■	■	■
Mesas:	■	■	■
Esteira elétrica:	■	■	■
Material das bancadas corridas ou mesas:	■	■	■
Presença de aba no perímetro da bancada corrida/mesa:	■	■	■
Limpabilidade da superfície de triagem:	■	■	■
Iluminação do setor operacional:	■	■	■
Iluminação artificial:	■	■	■
Iluminação natural:	■	■	■
Ventilação natural:	■	■	■
Espaço para múltiplos dispositivos transitórios:	■	■	■
3.2.4 Setor de triagem secundária e acondicionamento temporário dos resíduos.			
Acondicionamento temporário:	■	■	■
Área livre para circulação dos deslocadores:	■	■	■
Dispositivo de acondicionamento de materiais recuperados:	■	■	■
Manutenção dos dispositivos de armazenamento:	■	■	■
Dispositivo de acondicionamento do rejeito:	■	■	■
Facilidade de abastecimento do estoque de rejeito:	■	■	■
Triagem secundária:	■	■	■
Existência de triagem secundária:	■	■	■
Localização da triagem secundária:	■	■	■
Dispositivo adequado para triagem secundária:	■	■	■
3.2.5 Setor de enfardamento.			
Área dimensionada para maquinário específico:	■	■	■
Proximidade entre os setores de enfardamento e estocagem:	■	■	■
3.2.6 Setor de estocagem dos materiais recuperados.			
Acondicionamento adequado do estoque:	■	■	■
Depósito de materiais específicos:	■	■	■
3.2.7 Setor de expedição.			
Proximidade entre o setor de expedição e o de estocagem:	■	■	■
Facilitadores de transporte (docas, elevadores, empilhadeiras):	■	■	■
Área de manobra do veículo de coleta:	■	■	■
3.2.8 Infra-estrutura administrativa e de apoio operacional.			
Escritório:	■	■	■
Sala de reuniões:	■ não consta	■ não consta	■ não consta
Banheiro/Vestiário:	■	■	■
Proximidade do banheiro/vestiário com o setor operacional:	■	■	■
Cozinha:	■	■	■
Refeitório:	■	■	■
Acesso coberto nas áreas administrativa e de apoio operacional:	■	■ não consta	■ não consta
Espaço de convivência:	■ não consta	■ não consta	■ não consta
3.2.9 Fluxo de operação			
Fluxo de operação	■	■	■
3.2.10 Adoção de recursos com menor conteúdo energético intrínseco			
Método construtivo	■	■	■
Fonte de geradora de energia renovável	■ não consta	■ não consta	■ não consta
Reaproveitamento da água da chuva	■ não consta	■ não consta	■ não consta