

ESTUDO TÉCNICO PRELIMINAR

Nº 017-DEPO/2025

**FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE SISTEMAS DE CONTÊINERES SOTERRADOS
PARA ARMAZENAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E CONSTRUÇÃO DE
CAIXAS DE SUPORTE NA CIDADE DO RECIFE-PE.**

RECIFE, 2025

Sumário

1. INFORMAÇÕES BÁSICAS	3
2. ÁREAS DEMANDANTES	3
3. DESCRIÇÃO DA NECESSIDADE	3
4. PREVISÃO DA CONTRATAÇÃO NO PLANO DE CONTRATAÇÕES ANUAL	4
5. ENQUADRAMENTO DA SOLUÇÃO	4
6. REQUISITOS DA CONTRATAÇÃO	4
7. CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIFICAÇÃO TÉCNICA	8
8. ESTIMATIVA DE QUANTIDADES	9
9. LEVANTAMENTO DE MERCADO	9
10. ESTIMATIVA DO VALOR DA CONTRATAÇÃO	32
11. DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO COMO UM TODO	33
12. JUSTIFICATIVA PARA O PARCELAMENTO OU NÃO DA CONTRATAÇÃO	46
13. RESULTADOS PRETENDIDOS	47
14. PROVIDÊNCIAS PRÉVIAS AO CONTRATO	48
15. CONTRATAÇÕES CORRELATAS / INTERDEPENDENTES	48
16. IMPACTOS AMBIENTAIS	49
17. DECLARAÇÃO DE VIABILIDADE	50
APÊNDICE I	52

1. INFORMAÇÕES BÁSICAS

O Estudo Técnico Preliminar – ETP tem por objetivo identificar e analisar os cenários para atendimento das demandas da Autarquia de Manutenção e Limpeza Urbana – EMLURB / Diretoria Executiva De Projetos e Orçamentos - DEPO, bem como demonstrar a viabilidade técnica das soluções identificadas, fornecendo as informações necessárias para subsidiar o respectivo processo de contratação, através do processo SEI nº 15.007382/2025-08, em conformidade com o disposto no art. 18 da Lei nº 14.133/2021 e na Instrução Normativa nº 002/2023/SEPALG/PCR.

2. ÁREAS DEMANDANTES

Demanda solicitada pela Diretoria de Limpeza Urbana – DLU através da Diretoria Executiva de Projetos e Orçamentos (DEPO).

3. DESCRIÇÃO DA NECESSIDADE

O presente projeto visa atender à necessidade de aprimoramento do sistema urbano de armazenamento de resíduos sólidos domiciliares em determinadas áreas da cidade do Recife, especialmente aquelas com elevada densidade populacional, intenso fluxo de pessoas ou presença de atividades comerciais concentradas.

Nessas regiões, observa-se uma maior demanda por soluções que assegurem o acondicionamento adequado dos resíduos até o momento da coleta, de modo a preservar as condições de salubridade, acessibilidade e organização dos espaços públicos, além de garantir eficiência operacional ao serviço de limpeza urbana.

A Administração Municipal identificou a oportunidade de requalificar os pontos de deposição de resíduos, com o objetivo de promover um ambiente urbano ainda mais limpo, funcional e compatível com os princípios da sustentabilidade e do bem-estar coletivo.

Nesse contexto, mostra-se essencial a elaboração de um Estudo Técnico Preliminar, nos termos do art. 18 da Lei nº 14.133/2021, com o objetivo de caracterizar a necessidade pública envolvida, avaliar a viabilidade técnica da adoção das possíveis soluções, identificando possíveis alternativas no mercado, analisar os impactos operacionais e ambientais, e embasar de forma objetiva a futura tomada de decisão pela Administração. Trata-se de etapa indispensável ao planejamento da contratação, contribuindo para a adequada definição do objeto, da estratégia de contratação e da solução mais vantajosa para o interesse público.

4. **PREVISÃO DA CONTRATAÇÃO NO PLANO DE CONTRATAÇÕES ANUAL**

O objeto deste ETP está devidamente alinhado com o planejamento estratégico da Autarquia de Manutenção e Limpeza Urbana, conforme evidenciado pelo Documento de Formalização de Demandas. Esse documento contempla as necessidades identificadas e as prioridades estabelecidas para a melhoria dos serviços, garantindo que os investimentos realizados sejam coerentes com os objetivos institucionais e as demandas internas. Além disso, o alinhamento com o planejamento assegura a eficiência na utilização dos recursos públicos e contribui para a otimização das operações da Autarquia. – DFD números: 5010.0114/2025 para as contratações de 2025.

5. **ENQUADRAMENTO DA SOLUÇÃO**

A solução consiste no fornecimento e instalação de sistemas de contêineres soterrados para armazenamento de resíduos domiciliares, abrangendo escavação, preparação de base, construção de caixas de concreto, alteamento, aterramento lateral, montagem dos componentes, vedação, dentre outros serviços.

Trata-se, portanto, de serviço que exige conhecimento técnico especializado, responsabilidade técnica com emissão de ART e atuação de profissional legalmente habilitado, conforme normas da engenharia urbana e sanitária.

Diante dessas características, a solução enquadra-se como **serviço comum de engenharia**, nos termos do **art. 6º, inciso XXI, alínea “a”, da Lei nº 14.133/2021**, por envolver ações padronizáveis em termos de desempenho e qualidade, sem alteração estrutural das áreas atendidas.

6. **REQUISITOS DA CONTRATAÇÃO**

Como Requisitos básicos para execução da obra, a contratada deverá atender:

- I. Atender às especificações previstas no Caderno de Encargos da EMLURB.
- II. Atender as especificações do Plano Diretor de Drenagem da Cidade do Recife.
- III. Atender as Especificações das Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT.
- IV. Cumprir às previsões constantes na Lei 6.514/77 e das Normas Regulamentadoras da Portaria n.º 3214/78 do Ministério do Trabalho.
- V. Atender à Resolução CONFEA N° 1137 DE 31/03/2023.

VI. ACESSIBILIDADE E SUSTENTABILIDADE EM OBRAS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA:

1) **ACESSIBILIDADE**: Conforme orientação do Guia Nacional de Contratações Sustentáveis da Advocacia-Geral da União (AGU), os serviços previstos têm como dever primordial garantir a acessibilidade universal para todos os pedestres, incluindo pessoas com deficiência e mobilidade reduzida. Todas as intervenções serão executadas conforme as diretrizes da ABNT NBR 9050/2020, que define os requisitos técnicos necessários para assegurar a inclusão e a segurança no uso dos espaços públicos.

O projeto garantirá que todas as áreas requalificadas atendam aos parâmetros de acessibilidade, criando condições de uso seguras e inclusivas para toda a população.

É importante ressaltar que, conforme o Guia Nacional de Contratações Sustentáveis da Advocacia Geral da União, as obras e serviços de engenharia devem estar atentos aos requisitos de acessibilidade. Isso garante que todas as pessoas, inclusive aquelas com deficiência, possam frequentar os espaços públicos e utilizar seus equipamentos e instalações de forma segura e autônoma.

As intervenções previstas neste projeto deverão atender às exigências das legislações brasileiras que garantem a acessibilidade de pessoas com deficiência e mobilidade reduzida, conforme descrito nas normativas abaixo:

- Lei nº 10.048, de 2000: Estabelece prioridade de atendimento às pessoas com deficiência em serviços públicos e privados que atendem ao público em geral.
- Lei nº 13.146, de 2015 (Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência): Estabelece os direitos das pessoas com deficiência, garantindo-lhes igualdade de oportunidades e acessibilidade em todos os aspectos da vida social.
- Lei nº 8.160, de 1991: Dispõe sobre o símbolo que permite a identificação das pessoas com deficiência auditiva.
- Lei nº 7.405, de 1985: Torna obrigatória a colocação do "Símbolo Internacional de Acesso" em todos os locais e serviços que possibilitem sua utilização por pessoas com deficiência.
- Decreto nº 5.296, de 2004: Regulamenta as Leis nº 10.048/2000 e nº 10.098/2000, estabelecendo normas para garantir a acessibilidade em todos os ambientes urbanos e de uso público.
- ABNT NBR 9050, de 2020: Estabelece as normas técnicas para acessibilidade em edificações, espaços, mobiliários e equipamentos urbanos, visando garantir a inclusão de todas as pessoas, independentemente de suas limitações.

2) **SUSTENTABILIDADE**: Deverá ser dada atenção especial à escolha de materiais sustentáveis. A preservação da vegetação existente será considerada, quando possível, para manter a biodiversidade e o equilíbrio ecológico. Essas práticas sustentáveis contribuirão

para a criação de um ambiente urbano mais equilibrado, reduzindo impactos ambientais negativos e promovendo a conservação dos recursos naturais.

As intervenções devem minimizar impactos ambientais e incorporar práticas de eficiência e economia de recursos, alinhando-se às seguintes estratégias, segundo o Guia Nacional de Contratações Sustentáveis da Advocacia Geral da União:

a) Prevenção de Resíduos

Conforme o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Decreto 11.043/2022), a redução da geração de resíduos deve ser planejada, com:

- Uso de materiais reciclados ou reutilizáveis para minimizar descartes.
- Inclusão de critérios sustentáveis nas licitações, priorizando fornecedores e soluções ambientalmente responsáveis.

b) Gestão de Resíduos

A gestão deve seguir os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), garantindo:

- Segregação e destinação ambientalmente adequada.
- Aproveitamento de resíduos recicláveis para economia circular.

c) Impactos Ambientais e Mitigações

As obras devem adotar práticas que reduzam impactos como:

- Uso de Recursos Naturais: Priorizar materiais sustentáveis e técnicas construtivas eficientes.
- Geração de Resíduos: Minimizar desperdícios com soluções modulares e pré-moldadas.
- Poluição: Controlar resíduos e efluentes para evitar contaminações.

d) Alinhamento Normativo

A Lei nº 14.133/21 exige que obras considerem impactos ambientais diretos e indiretos (art. 45, V). Além disso, o Brasil é signatário de compromissos internacionais que reforçam a integração de inovação e sustentabilidade no desenvolvimento urbano, promovendo equilíbrio entre acessibilidade e responsabilidade ambiental.

3) DESCRIÇÃO DE POSSÍVEIS IMPACTOS AMBIENTAIS E MEDIDAS MITIGATÓRIAS

Embora o objeto não represente atividade de significativo potencial poluidor, a execução dos serviços de instalação dos sistemas de contêineres soterrados poderá acarretar impactos ambientais pontuais, especialmente durante as etapas de escavação, movimentação de solo, instalação de estruturas de concreto e recomposição urbana.

Dentre os impactos potenciais, destacam-se:

- Geração de resíduos sólidos (solo excedente, embalagens plásticas, materiais metálicos e sobras de concreto);
- Emissão de ruídos e vibrações causadas por retroescavadeiras, caminhões e ferramentas de instalação;
- Ocupação de vias e calçadas, podendo afetar a circulação de pedestres e o ambiente urbano imediato;
- Risco de interferência em redes subterrâneas e, em casos pontuais, remoção de vegetação existente.

Para mitigação desses impactos, deverão ser observadas as seguintes medidas:

- a) Os resíduos gerados deverão ser encaminhados para destinação final adequada, preferencialmente para os pontos oficiais da EMLURB:
 - Pátio da Diretoria de Limpeza Urbana – Av. Recife, 3587, Caçote – Recife/PE
 - Ciclo Ambiental – Av. Pernambuco, 194 – Camaragibe/PEA comprovação da destinação se dará mediante apresentação dos tickets de balança e de recebimento emitidos pela fiscalização da EMLURB.
- b) Os componentes reaproveitáveis (ex: meio-fios eventualmente removidos, etc.) deverão ser separados e entregues ao pátio da EMLURB para fins de reutilização, conforme diretrizes do Guia Nacional de Contratações Sustentáveis.
- c) A empresa contratada deverá estar licenciada para transporte e destinação final de resíduos, conforme o Decreto Municipal nº 36.949/2023, sendo vedado o armazenamento em calçadas ou áreas de circulação.
- d) Os limites de emissão de ruído deverão obedecer aos artigos 49 a 57 da Lei nº 16.243/1996. Sempre que possível, evitar a execução de atividades ruidosas em horários sensíveis, como à noite, fins de semana e feriados, salvo autorização expressa.
- e) Placas de sinalização deverão ser instaladas nas vias de acesso e entorno da obra, alertando para movimentação de máquinas e operários.
- f) A execução dos serviços deverá manter a acessibilidade de pedestres, ciclistas e demais usuários, sendo obrigatória a recomposição das faixas de travessia e da sinalização viária conforme normas técnicas.
- g) Caso seja identificada a necessidade de erradicação de árvores, deverá ser solicitada Autorização Ambiental junto à Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SMAS).

h) Qualquer acidente ambiental ou situação de risco deverá ser imediatamente comunicado à SMAS e ao Corpo de Bombeiros.

As medidas aqui descritas visam alinhar a execução contratual aos princípios da sustentabilidade (art. 5º, inc. XII, da Lei nº 14.133/2021) e à legislação ambiental vigente, minimizando os impactos sobre o meio ambiente e garantindo a segurança e salubridade urbana durante toda a intervenção.

VII. SUBCONTRATAÇÃO:

a) Será permitida a Subcontratação, desde que autorizada previamente pela EMLURB, sendo especificado o limite máximo de 25%, do valor contratado. Após solicitação da CONTRATADA, será emitido parecer técnico da fiscalização e avaliação da DEPO/DMU em observância aos requisitos de qualificação técnica, conforme apresentados na fase licitatória para a execução dos serviços.

b) A subcontratação depende de autorização prévia da EMLURB, a quem incumbe avaliar se a SUBCONTRATADA cumpre os requisitos de qualificação necessários para a execução dos serviços.

c) Em qualquer hipótese de subcontratação, permanece a responsabilidade integral da CONTRATADA pela perfeita execução contratual, cabendo-lhe realizar a supervisão e coordenação das atividades da SUBCONTRATADA, bem como responder perante a EMLURB pelo rigoroso cumprimento das obrigações contratuais correspondentes ao objeto da subcontratação.

VIII. O prazo de entrega dos bens deverá ser de até 30 (trinta) dias corridos, de acordo com o art. 6º, inciso X da Lei 14.133/21, a contar da data do recebimento da Ordem de Fornecimento e Nota de empenho que será encaminhada por correio eletrônico pela Unidade de Compras e Suprimentos.

IX. Efetuar a entrega do objeto em perfeitas condições, conforme especificações, prazo e local constantes no Termo de Referência e seus anexos, acompanhado da respectiva nota fiscal, na qual constarão as indicações referentes à: marca fabricante, procedência e prazo de garantia ou validade dos bens.

7. CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIFICAÇÃO TÉCNICA

Com o objetivo de manter a qualidade e a eficácia no atendimento das demandas diárias, a equipe técnica identificou a necessidade de que os interessados em atender às necessidades desta autarquia deverão comprovar sua qualificação técnica. Essa exigência visa garantir

segurança, confiança e conformidade na execução dos serviços e na entrega dos objetos contratados.

Para efeito de avaliação de Qualificação Técnica será exigida a comprovação de aptidão para desempenho de atividade pertinente e compatível em características, quantidades e prazos com o objeto da licitação, o que se fará por meio de atestado(s) e/ou certidão(ões) expedido(s) por pessoa jurídica de direito público ou privado nos percentuais de quantitativos mínimos de 45% dos itens mais relevantes financeiramente da Curva ABC da Planilha Orçamentária, para qualificação técnica operacional e 20% para a qualificação técnica profissional.

8. ESTIMATIVA DE QUANTIDADES

A estimativa de quantidades para a futura Ata de Registro de Preços foi elaborada com base em estudo preliminar das áreas prioritárias identificadas pela EMLURB, considerando a viabilidade urbanística e operacional para a implantação dos sistemas de contêineres soterrados, bem como a demanda projetada para a qualificação dos serviços de acondicionamento de resíduos domiciliares no município do Recife, no horizonte temporal de 12 meses.

A partir dessa análise, estimou-se a possibilidade de implantação de até 20 contêineres soterrados no período considerado, acompanhados da execução das respectivas caixas de suporte.

Foram adotados critérios técnicos relacionados à densidade populacional, à geração estimada de resíduos sólidos urbanos, às rotas de coleta existentes, à disponibilidade física para instalação e ao impacto esperado sobre a salubridade e a estética urbana. Tais critérios asseguram o alinhamento da estimativa com os princípios do planejamento, da eficiência e da vantajosidade previstos na Lei nº 14.133/2021.

A planilha com os quantitativos estimados encontra-se detalhada no Apêndice I deste Estudo Técnico Preliminar, servindo de referência para a definição do escopo contratual e da estimativa de custos da futura contratação.

9. LEVANTAMENTO DE MERCADO

A gestão eficiente dos resíduos sólidos urbanos é um desafio para cidades no Brasil e no mundo. Novas soluções de coleta vêm sendo adotadas para melhorar a limpeza urbana, reduzir impactos ambientais e otimizar custos. Este levantamento compara três sistemas

modernos: contentores soterrados (lixeiros totalmente subterrâneas), contentores semi-enterrados (lixeiros parcialmente enterradas) e sistemas de coleta de lixo enterrado a vácuo (redes pneumáticas subterrâneas). Para cada solução, são apresentados descrição e funcionamento, vantagens e desvantagens técnicas, exemplos de sucesso e insucesso (no Brasil e no exterior), além de informações de custos. Ao final, um quadro comparativo resume os principais parâmetros das três alternativas. Antecipando a conclusão, o estudo indicará que os contentores soterrados se mostram mais vantajosos para a cidade do Recife do que as outras duas soluções, dado o contexto local.

9.1. SISTEMA DE CONTENTOR SOTERRADO (LIXEIRAS SUBTERRÂNEAS)

9.1.1. Descrição e Funcionamento

O sistema de contentores soterrados consiste em grandes contêineres de lixo instalados abaixo do nível do solo, geralmente sob calçadas ou passeios públicos. Apenas as bocas de descarte e tampas ficam visíveis na superfície, permitindo que a população deposite resíduos em aberturas geralmente acionadas por pedal ou mecanismo leve. Os contentores subterrâneos típicos possuem capacidade bem superior às lixeiras convencionais – até 3 a 5 m³ de resíduos, o que representa cerca de 3 vezes a capacidade de um contêiner tradicional de 1000 litros. Muitos modelos são divididos internamente em compartimentos para diferentes tipos de lixo (orgânicos, recicláveis, etc.) e podem incluir sensores de nível de enchimento que avisam quando é hora de coletar. Na coleta, um caminhão especialmente equipado (geralmente com um guindaste ou sistema hidráulico) ergue o contentor para fora do solo ou eleva a plataforma contendo os contentores, permitindo esvaziar os resíduos em caminhão compactador de forma mecanizada. Após o esvaziamento, o contentor é recolocado em seu compartimento subterrâneo. Todo o sistema é projetado com drenagem para escoar água de chuva e evitar alagamentos dentro das caixas coletoras, importante em regiões tropicais chuvosas como Recife.

9.1.2. Vantagens Técnicas

Os contentores soterrados trazem diversos benefícios técnicos e ambientais em comparação às lixeiras de superfície tradicionais. Entre as principais vantagens, destacam-se:

- **Maior capacidade e menos coleta:** Por armazenarem um volume muito maior de lixo (até 5.000 litros em alguns modelos), reduzem o número de recipientes necessários e a frequência de coleta por caminhões. Isso diminui custos operacionais de transporte (menos viagens) e emissão de CO₂ pelos caminhões. Cálculos da empresa Sotkon indicam que o

investimento neste sistema pode se pagar em cerca de 1,5 ano graças à economia na operação de coleta.

- **Menor impacto visual e melhor uso do espaço urbano:** Como ficam praticamente invisíveis (instalados no subsolo), eliminam a poluição visual causada por lixeiras e contêineres nas calçadas. Isso libera espaço na superfície para pedestres, estacionamentos ou paisagismo, sem bloquear fachadas ou calçadas. Em áreas históricas ou turísticas, a solução é mais estética e aceita pela comunidade, já que “ninguém quer um contêiner gigante na frente de casa”, mas um contentor subterrâneo encontra bem menos resistência dos moradores.
- **Redução de odores e vetores de doença:** O lixo permanece fechado em um recipiente subterrâneo, onde a temperatura é mais baixa. Isso retarda a decomposição e a proliferação de bactérias, reduzindo significativamente maus odores. Além disso, por ficar inacessível na superfície, evita-se que animais (ratos, insetos, cães) rompam sacos e espalhem detritos. A cidade fica mais limpa e salubre, sem lixo exposto nas ruas.
- **Menos interferência no tráfego e segurança:** A ausência de contêineres volumosos nas ruas significa que esses não ocupam vagas de estacionamento nem atrapalham a visibilidade no trânsito ou esquinas. Ademais, por serem estruturas robustas e fixas, são mais resistentes a vandalismo e acidentes do que latões móveis – não podem ser facilmente queimados ou derrubados, reduzindo custos de reposição.
- **Benefícios urbanos diversos:** Evita-se o hábito de moradores deixarem sacos na calçada (que causam entupimento de bueiros e alagamentos em chuvas). Os trabalhadores de coleta têm condições melhores, pois lidam com sistema mecanizado (menos esforço físico direto e menos exposição a lixo). Alguns sistemas incorporam tecnologia (sensores IoT, câmeras) que permite otimizar rotas de coleta e até reforçar a fiscalização do descarte correto. Tudo isso contribui para cidades mais limpas, sustentáveis e eficientes.

9.1.3. Desvantagens Técnicas

Apesar dos benefícios, os contentores soterrados apresentam algumas desvantagens e desafios de implantação:

- **Custo inicial elevado:** A instalação de lixeiras subterrâneas requer obra civil (escavação, concretagem de caixas) e equipamentos especiais, resultando em um investimento unitário alto. Cada contentor soterrado de grande capacidade pode custar dezenas de milhares de reais. Por exemplo, em Cascavel (PR), unidades instaladas custaram cerca de R\$ 85 mil cada. Esse valor supera em muito o de contêineres convencionais e inclui a infraestrutura

subterrânea. Planejamento financeiro de longo prazo é necessário, embora a economia operacional ao longo dos anos possa compensar.

- **Instalação complexa e infraestrutura:** É preciso disponibilidade de espaço subterrâneo livre de interferências (redes de água, gás, esgoto, telecomunicações) para abrir os buracos onde os contentores serão embutidos. Em áreas já urbanizadas, pode haver dificuldade em desviar ou acomodar essas infraestruturas existentes. O solo de Recife, por exemplo, apresenta lençol freático alto em certas regiões – o que demanda projetos de drenagem e impermeabilização cuidadosos para que água do subsolo não invada os contentores. Também há necessidade de veículos especiais de coleta com guindaste ou elevador, o que requer adequação da frota e treinamento de pessoal.
- **Menor flexibilidade e modulação:** Diferentemente de sistemas semi-enterrados modulares, contentores 100% subterrâneos tendem a ser estruturas fixas de concreto difíceis de reconfigurar. Em geral, um contentor soterrado oferece no máximo dois compartimentos (frações de lixo) predefinidos. Alterar capacidade ou tipo de resíduo coletado exige obra de substituição. Soluções semi-enterradas modernas permitem mais adaptabilidade, com módulos que podem ser rearranjados ou divididos em até 5 frações distintas dentro de um mesmo contêiner. Assim, a tecnologia soterrada pura é menos flexível frente a mudanças nas necessidades de coleta.
- **Manutenção e operação específica:** Embora a manutenção de um contentor subterrâneo seja relativamente baixa (estruturas de longa vida útil), eventuais falhas mecânicas podem ocorrer – por exemplo, defeito no sistema de elevação hidráulica da plataforma. Nesses casos, a coleta fica prejudicada até o reparo, já que o acesso manual ao contêiner é difícil. A limpeza interna periódica do fosso também é necessária para evitar acúmulo de chorume ou insetos. Além disso, se um contentor enche além da capacidade ou não é esvaziado a tempo, pode ocorrer descarte externo: pessoas deixam lixo ao redor da boca, gerando focos de sujeira (como relatado em Cascavel, onde lixeiras subterrâneas chegaram a ficar rodeadas de lixo por falhas na gestão). Ou seja, o sucesso depende de boa operação contínua.

9.1.4. Casos de Sucesso

A adoção de contentores soterrados vem crescendo mundialmente com resultados positivos. No Brasil, destacam-se municípios pioneiros e turísticos que investiram na ideia. Paulínia e Barueri (SP) foram mencionadas já em 2011 como cidades que operavam contentores subterrâneos, obtendo redução de custos de coleta e menores emissões de CO₂.

Santos (SP) testou o sistema visando benefícios ambientais (eliminação de mau cheiro, pragas e poluição visual). João Pessoa (PB) recentemente instalou 30 contentores soterrados na orla marítima, modernizando a coleta em área turística; o resultado foi aprovação dos comerciantes e população, que elogiaram a estética (“ficaram uma beleza”) e o fim de problemas como água de chuva acumulando em contêineres abertos. Em Maceió (AL), nove contentores subterrâneos foram implantados para lixo orgânico, reciclável e rejeitos, indicando tendência em capitais nordestinas também.

No âmbito internacional, muitas cidades europeias adotaram “ilhas ecológicas” com lixeiras subterrâneas, integrando coleta seletiva. Em Portugal, por exemplo, o município de Lagoa (Algarve) instalou 50 novos contentores subterrâneos em 2023 para reforçar a coleta seletiva, investindo cerca de 400 mil euros (média ~8 mil € por unidade). A comunidade valorizou as vantagens em higiene, acessibilidade e melhoria ambiental que essas lixeiras trouxeram. Cidades do Reino Unido também avançaram: Londres (bairro de Tower Hamlets) implementou 115 contêineres subterrâneos num projeto de renovação urbana já em 2011, e Cambridge instalou cerca de 450 unidades num novo bairro universitário, colhendo economia de espaço e eficiência na coleta compartilhada. Na Espanha e França, contentores soterrados são comuns em centros urbanos e turísticos, promovendo paisagens mais limpas e aumento na taxa de reciclagem (por exemplo, Edimburgo (Escócia) substituiu 200 lixeiras de superfície por apenas 16 subterrâneas em um parque, mantendo limpeza com muito menos impacto visual). Esses casos atestam a viabilidade e os ganhos urbanos do sistema. Importante notar que em muitos locais de sucesso houve planejamento adequado e educação da população para garantir o uso correto dos equipamentos.

9.1.5. Casos de Insucesso

De modo geral, os contentores soterrados são bem avaliados onde instalados, mas alguns problemas pontuais foram relatados. No Brasil, um caso notório ocorreu em Cascavel (PR): após a instalação de lixeiras subterrâneas na principal avenida, verificou-se lixo acumulado ao redor de algumas unidades, indicando ineficiência operacional ou mau uso. Isso foi atribuído a problemas na licitação e implantação – inclusive denúncias de possível fraude encarecendo o projeto – e a falta de ajuste na rotina de coleta para esvaziar os contentores no tempo certo. Ou seja, mesmo uma boa tecnologia pode fracassar se houver falhas de gestão ou corrupção no processo. Outro possível insucesso é quando a comunidade não adere: se moradores continuarem deixando sacos fora das bocas de acesso por hábito ou se houver desinformação, o objetivo de manter lixo contido não se cumpre.

No exterior, não se documentaram “fracassos” amplamente conhecidos de contentores soterrados, mas sim dificuldades em condições extremas. Por exemplo, em áreas com enchentes severas ou solos muito alagadiços, sistemas mal projetados já sofreram infiltração de água, tornando a lixeira inutilizável temporariamente. Há também relatos de resistência inicial em algumas comunidades por medo do novo – rapidamente superada quando os benefícios se tornaram evidentes. Em síntese, os “insucessos” relacionam-se mais a implantação inadequada ou manutenção deficiente do que ao conceito do contentor subterrâneo em si. Com planejamento correto (considerando drenagem, frequência de coleta e engajamento público), os riscos de insucesso são minimizados.

9.1.6. Custos e Investimento

Os contentores soterrados demandam investimento inicial significativo por unidade, sobretudo em razão das exigências estruturais e operacionais associadas à sua instalação. Apesar disso, tendem a proporcionar economia operacional ao longo do tempo, em especial no que se refere à frequência de coleta e à eficiência na gestão de resíduos em áreas urbanas densas.

No cenário nacional, os valores de aquisição e implantação variam conforme o volume do contentor, as especificações técnicas do equipamento e o escopo da obra civil necessária. Como referência, o município de Cascavel (PR) desembolsou aproximadamente R\$ 85.000,00 por unidade de lixeira subterrânea instalada. Em processo semelhante, a cidade de São José dos Campos (SP) registrou cotações em torno de R\$ 37.500,00 por unidade de contentor semi-enterrado com capacidade de 5 m³ — sistema tecnicamente similar, porém com menor complexidade estrutural, o que justifica a diferença de custos em relação aos contentores totalmente soterrados, que demandam obras complementares, como estruturas de concreto armado e sistemas de elevação hidráulica.

No contexto internacional, municípios portugueses relataram investimentos da ordem de € 8.000,00 por contentor subterrâneo instalado, equivalendo, à época, a aproximadamente R\$ 40.000,00 a R\$ 50.000,00 por unidade.

Cabe destacar que os valores citados referem-se a dados históricos e não foram atualizados monetariamente, sendo utilizados unicamente para fins comparativos e para ilustrar a diferença de custos entre os sistemas. A estimativa de custo efetiva e atualizada será apresentada em tópico próprio, conforme metodologia prevista para estudos técnicos preliminares.

Os contentores soterrados demandam investimento inicial significativo por unidade, sobretudo em razão das exigências estruturais e operacionais associadas à sua instalação. Apesar disso, tendem a proporcionar economia operacional ao longo do tempo, em especial no que se refere à frequência de coleta e à eficiência na gestão de resíduos em áreas urbanas densas.

É importante considerar também o custo dos veículos coletores adaptados. Caminhões com guindaste ou poliguindaste traseiro são necessários para esvaziar contentores soterrados de grande capacidade. Muitas vezes esse custo é incorporado via concessão ou contrato de coleta mecanizada. Por outro lado, a manutenção das estruturas subterrâneas tende a ser baixa – lubrificação e inspeção anual do sistema elevatório, limpeza eventual – e os contentores em si têm longa vida útil (feitos em aço galvanizado ou polietileno estrutural). Cidades que implantaram dezenas de unidades relatam redução de despesas com limpeza urbana (menos coleta diária e menos resíduos espalhados) de até 30%, o que ajuda a amortizar o investimento. Em resumo, os contentores soterrados demandam alto aporte inicial, mas podem reduzir custos correntes em pouco tempo, além de agregarem valor ambiental e urbanístico difícil de mensurar em cifras.

9.2. SISTEMA DE CONTENTOR SEMI-ENTERRADO (LIXEIRAS PARCIALMENTE SUBTERRÂNEAS)

9.2.1. Descrição e Funcionamento

Os contentores semi-enterrados são semelhantes aos soterrados, porém cerca de 2/3 do volume do contêiner fica abaixo do solo e 1/3 permanece visível acima da superfície. Trata-se de grandes contentores (geralmente 3 a 5 m³ de capacidade) instalados em um buraco raso forrado (frequentemente com um cilindro de concreto ou aço) que suporta as paredes do contêiner. A parte superior exposta inclui a tampa de acesso para o usuário descartar resíduos – esta pode ter formato de coluna, caixa ou “mushroom” dependendo do design. Internamente, muitos modelos utilizam sacos de polietileno reforçado ou contentores internos removíveis: quando cheio, o saco/contentor interno é içado por um caminhão com guindaste e esvaziado, mantendo a estrutura externa no lugar. A operação de coleta consiste em o caminhão posicionar a grua, engatar numa argola ou barra do contentor interno e elevá-lo; a gravidade esvazia o lixo na caçamba, ou o próprio contentor interno é substituído por um vazio, depois devolvendo-o ao poço. Assim como nos soterrados, há previsão de drenagem de líquidos no fundo do poço e fechamento superior que impede entrada de chuva. Os contentores semi-enterrados costumam ser modulares e

individuais, podendo ser instalados em grupos (ilhas) conforme a necessidade de separação do lixo (indiferenciado, recicláveis, vidro etc.). Esse sistema ganhou popularidade por oferecer boa parte das vantagens do modelo soterrado, porém com instalação mais simples e menor profundidade de escavação – fatores que reduzem custos e ampliam os locais onde pode ser implementado.

9.2.2. Vantagens Técnicas

Os contentores semi-enterrados combinam benefícios dos sistemas subterrâneos com algumas particularidades próprias. Principais vantagens:

- **Elevada capacidade e eficiência:** Assim como os soterrados, os semi-enterrados comportam grande volume (até ~5 m³ por unidade). Isso permite substituir vários contêineres convencionais de 240 L ou 1000 L por uma única unidade. Com mais lixo por contêiner, ocorre redução de viagens de coleta e economia de combustível e tempo – traduzindo em redução de custos operacionais e emissões, semelhante ao sistema soterrado. Além disso, o formato vertical desses contentores aproveita a compactação gravitacional: o peso do lixo no topo comprime o material embaixo, aumentando em até ~20% a quantidade de resíduos armazenados no mesmo volume.
- **Menor impacto visual e ocupação do solo:** Apenas uma fração do contentor fica exposta, normalmente com design discreto. A ocupação de espaço de calçada é muito menor do que conjuntos de lixeiras tradicionais – estima-se que três contêineres semi-enterrados (de diferentes materiais) podem ocupar o equivalente a duas vagas de estacionamento. A Prefeitura de Guimarães (Portugal) ressaltou a diminuição do impacto visual: com 1/3 visível, o espaço de superfície ocupado é reduzido e a vista da rua fica mais limpa e ordenada. Essa vantagem é valiosa em áreas densas ou históricas onde contêineres à mostra seriam indesejáveis.
- **Controle de odores e vetores:** Por ter a maior parte do lixo armazenada abaixo do solo em ambiente mais frio, o semi-enterrado também minimiza maus cheiros e a proliferação de insetos, similarmente ao sistema totalmente soterrado. Estudos indicam que temperaturas mais baixas no subsolo retardam a decomposição do lixo orgânico, contendo odores e evitando atração de pragas. Além disso, como possuem tampa fechada e estrutura parcialmente subterrânea, impede-se que animais rasguem sacos. Cidades portuguesas reportaram redução perceptível de odores após substituir contentores de superfície por semi-enterrados.

- Instalação mais simples e flexível: Uma grande vantagem dos semi-enterrados em relação aos soterrados é a obra civil menos complexa. A profundidade de escavação é menor (tipicamente ~1,5 a 1,8 m contra >2,5 m dos soterrados) e, muitas vezes, não é necessário construir um fosso de concreto completo – alguns sistemas usam apenas um envelope plástico ou metálico inserido no solo. Isso significa menor interferência em tubulações subterrâneas e possibilidade de instalar em locais com restrições de profundidade ou lençol freático alto. A implantação é modular: pode-se colocar contentores individualmente ou em conjuntos, conforme a demanda, sem precisar de uma plataforma integrada grande. Essa modularidade traz flexibilidade de configuração: por exemplo, o sistema Molok permite dividir um contentor de 5 m³ em até 5 compartimentos internos para diferentes recicláveis, algo que contentores soterrados rígidos geralmente não fazem. Também é relativamente fácil aumentar ou deslocar contentores semi-enterrados caso mude a necessidade, o que seria muito mais custoso com unidades totalmente soterradas fixas.
- Custos menores de aquisição: De modo geral, o contentor semi-enterrado é mais barato que o soterrado equivalente, já que requer menos material estrutural (parte da parede do contêiner fica exposta, dispensando uma tampa elevatória pesada) e obra reduzida. No Brasil, uma compra pública do ano de 2023 indicou preço unitário de R\$ 37,5 mil para contentores semi-enterrados de 5 m³ – cerca de 55% do custo de um soterrado apontado em Cascavel (R\$ 85 mil). Isso torna a tecnologia semi-enterrada atraente para prefeituras que buscam boa relação custo-benefício, obtendo vantagens similares às dos soterrados com investimento inicial menor.

9.2.3. Desvantagens Técnicas

Apesar dos méritos, os contentores semi-enterrados têm limitações e pontos negativos a considerar:

- Parte exposta suscetível a uso inadequado: Como cerca de 1/3 da estrutura fica acima do solo, a porção visível pode ser alvo de vandalismo ou descarte incorreto. Embora robustos, esses contentores expostos podem sofrer pichação, fogo ateadado ou mesmo uso indevido (pessoas colocando resíduos volumosos que travam a tampa, por exemplo). Além disso, se o contentor enche e não é esvaziado prontamente, os cidadãos tendem a deixar lixo ao redor, criando pontos de sujeira – problema semelhante ao de lixeiras comuns. Ou seja, ainda exige disciplina no serviço de coleta e educação do usuário para evitar acumular sacos na rua.

- Necessidade de caminhão com guindaste: Assim como os soterrados, os semi-enterrados requerem um caminhão equipado com guindaste (ou sistema similar) para retirada dos contentores internos ou sacos quando cheios. Isso significa que não podem ser coletados por caminhões compactadores comuns de carga lateral ou traseira sem adaptação. A frota municipal precisa ter (ou contratar) veículos específicos e operadores treinados. Em operações mal coordenadas, o guindaste pode danificar a borda do contentor ou a calçada ao manusear a carga, demandando cuidado. Essa dependência tecnológica pode ser uma barreira para cidades menores caso não haja estrutura disponível.
- Menor capacidade que sistemas a vácuo: Embora muito superiores às lixeiras convencionais, os contentores semi-enterrados – assim como os soterrados – ainda demandam coleta periódica via caminhão. Em áreas de altíssima geração de resíduos (grandes centros urbanos), a capacidade por ponto pode não ser suficiente para eliminar a circulação frequente de caminhões. Nesses casos extremos, sistemas a vácuo (pneumáticos) comportam volumes maiores distribuídos e podem ser mais eficientes. Entretanto, vale ressaltar que os semi-enterrados são escaláveis: a instalação de mais unidades em pontos de grande movimento pode contornar essa limitação, desde que haja espaço urbano para tal.
- Risco de infiltração e limpeza: Se a drenagem do poço não for bem executada, água de chuva pode acumular no fundo ou umidade do solo pode penetrar, molhando resíduos e causando mau cheiro. Portanto, é crucial impermeabilizar e drenar corretamente o local de instalação – uma falha nisso pode gerar poças de chorume subterrâneo de difícil limpeza. Além disso, os sacos internos (quando usados) precisam ser resistentes para não romper ao levantar; se rompem, lixo pode espalhar dentro do poço. A higienização periódica do contêiner e do alojamento é necessária para evitar resíduos aderidos e proliferação de larvas, mas esse processo pode ser trabalhoso (exige equipe lavando manualmente ou equipamento especial de limpeza interna).
- Visibilidade ainda presente: Embora discretos, os semi-enterrados não eliminam completamente a presença de equipamentos de lixo na paisagem. Em locais onde se deseje total ocultação (p. ex. áreas de altíssimo padrão arquitetônico ou patrimônio histórico rigoroso), a parcela visível talvez seja considerada intrusiva. Nesses casos, apenas os sistemas totalmente soterrados ou de coleta pneumática (com pequenas bocas) atingem a invisibilidade quase total. Portanto, o semi-enterrado é um compromisso – para a maioria das situações urbanas isso é aceitável, mas não atende ao 100% oculto.

9.2.4. Casos de Sucesso

Os contentores semi-enterrados vêm sendo amplamente adotados, especialmente na Europa, devido à sua eficiência e instalação relativamente fácil. Portugal é um exemplo de país onde essa solução prosperou: cidades médias e grandes vêm substituindo contêineres de superfície por semi-enterrados para melhorar a limpeza urbana. Em Guimarães, 40 contentores semi-enterrados foram instalados em 2020 em zonas de alta densidade populacional, resultando em melhor acondicionamento dos resíduos e menor ocupação visual – apenas as tampas “cogumelo” visíveis. A redução de odores e melhora estética foram elogiadas pela comunidade local. Na Espanha, a prática também é comum; por exemplo, em Barcelona e Madrid muitas “ilhas” de coleta seletiva utilizam contentores semi-subterrâneos de diferentes cores para vidro, papel e orgânico, mantendo as ruas livres de grandes lixeiras. No Brasil, algumas capitais optaram por essa tecnologia como alternativa intermediária: a cidade de João Pessoa (PB), além dos soterrados na orla, utiliza contentores semi-enterrados em bairros pilotos para coleta mecanizada, com sucesso inicial em manter o lixo isolado e as ruas mais limpas. Chapecó (SC) instalou em 2022 uma lixeira semi-enterrada pioneira no estado, dividida para lixo orgânico e reciclável, com capacidade bem maior que os contêineres tradicionais. A população local aprovou a novidade, destacando a ausência de mau cheiro e de lixo espalhado por animais, além de liberar calçadas. Esse projeto serviu de referência para outros municípios catarinenses e do Rio Grande do Sul, em visitas técnicas interessados na solução. Até mesmo em cidades turísticas como Gramado (RS) e Balneário Camboriú (SC) há exemplos de contentores semi-enterrados instalados em áreas centrais para manter as ruas mais aprazíveis aos visitantes. De modo geral, os casos de sucesso mostram que, quando bem implementados, os semi-enterrados trazem praticamente os mesmos benefícios dos soterrados – melhoria na limpeza, redução de odor, aceitação social – a um custo menor, sendo uma solução eficiente em diversos contextos urbanos.

9.2.5. Casos de Insucesso

Relatos de insucesso específico com contentores semi-enterrados são raros, mas podem ocorrer situações similares às dos soterrados se houver problemas de operação. Um possível contratempo é a saturação precoce: se o dimensionamento for inadequado, os contentores podem encher rapidamente e ficarem rodeados de sacos deixados no chão. Isso pode dar a falsa impressão de fracasso do sistema, quando na verdade trata-se de ajustar a quantidade de unidades ou a frequência de coleta. Problemas técnicos isolados também

podem acontecer – por exemplo, em uma cidade brasileira (não divulgada publicamente), um dos contentores semi-enterrados cedeu parcialmente após chuvas intensas devido a erosão do solo ao redor (indicando falha na construção do poço). Tais casos ressaltam a importância de estudos de solo e drenagem adequadas. Outro tipo de “insucesso” envolve rejeição comunitária inicial: se moradores não entendem o funcionamento, podem depositar resíduos de forma incorreta (ex.: objetos muito grandes que travam o sistema) ou vandalizar por desconfiança. Com campanhas de educação, esse cenário tende a ser revertido. No âmbito internacional, algumas cidades observaram pequenos delitos nos contentores semi-enterrados – por ficarem acessíveis, houve quem tentasse depositar entulho de obra ou lixo comercial excedente de forma clandestina. A solução encontrada foi usar contentores com controle de acesso (chave ou cartão para moradores autorizados), mitigando o abuso. Em resumo, os insucessos não decorrem de falha conceitual do semi-enterrado, mas sim de fatores externos: manutenção insuficiente, instalação em locais inadequados ou uso indevido. Com gestão atenta, esses sistemas costumam ser bem aceitos e eficazes.

9.2.6. Custos e Investimento

Uma das razões da popularidade dos contentores semi-enterrados é seu custo relativamente mais baixo comparado a sistemas soterrados ou pneumáticos. Como visto, uma aquisição recente da prefeitura de São José dos Campos (SP) indicou R\$ 37.500 por contentor semi-enterrado de 5 m³. Em contratos internacionais, valores unitários típicos giram em torno de 7 a 10 mil euros (R\$ 35–50 mil) já instalados, dependendo do modelo e acabamento. Esse investimento inclui o contêiner em si (geralmente em polietileno de alta densidade ou aço galvanizado) e a obra civil básica.

É necessário adicionar o custo do equipamento de coleta: caso o município não disponha, um caminhão com guindaste hidráulico pode significar de R\$ 500 mil a R\$ 1 milhão de investimento, mas muitas cidades adaptam caminhões já existentes ou terceirizam o serviço, diluindo esse custo. No aspecto de manutenção, os semi-enterrados requerem pouca despesa: não há mecanismos eletromecânicos complexos – basicamente, verifica-se o estado do contêiner, do saco interno e faz-se limpeza de rotina. A durabilidade também é alta: fabricantes afirmam que as unidades de polietileno não corroem ou apodrecem, “duram uma vida inteira”, precisando apenas eventualmente substituir o saco interno após muitos ciclos.

Do ponto de vista de economia, cidades relatam que a implantação de semi-enterrados ajuda a reduzir despesas com limpeza urbana. Por exemplo, a empresa municipal de Braga (Portugal) notou redução no custo de coleta devido à diminuição de pontos de parada e menor demanda de mão de obra (os motoristas operam o guindaste e não é preciso coletor descendo do caminhão para cada contêiner pequeno). Outro ganho financeiro indireto é que desenvolvedores imobiliários podem economizar, pois contentores semi-enterrados externos eliminam a necessidade de construir casas de lixo ou abrigos internos caros nos prédios. Em Londres, um projeto apontou economia de £734 mil para incorporadores ao adotar 465 contêineres subterrâneos/semi-enterrados em vez de lixeiras convencionais com depósitos próprios. Em suma, o sistema semi-enterrado representa um investimento inicial moderado e tende a ser mais acessível às prefeituras, oferecendo retorno em forma de eficiência operacional e qualidade urbana.

9.3. SISTEMA DE COLETA DE LIXO ENTERRADO A VÁCUO (COLETA PNEUMÁTICA SUBTERRÂNEA)

9.3.1. Descrição e Funcionamento

O sistema de coleta de lixo enterrado a vácuo – também chamado de coleta pneumática de resíduos ou Automated Vacuum Collection (AVAC) – é fundamentalmente diferente dos contentores mencionados anteriormente. Trata-se de uma rede fixa de tubulações subterrâneas que conecta pontos de despejo de lixo a uma estação central de coleta, onde os resíduos são armazenados e tratados. Os pontos de despejo (os “boca de lixo” ou portinhola) ficam ao nível da rua ou dentro de edifícios, de forma semelhante a lixeiras comuns na aparência, podendo inclusive ser seletivos (portas separadas para orgânicos, recicláveis etc.). Quando o lixo é depositado pelo usuário, ele fica retido temporariamente em um compartimento fechado. Em intervalos regulares (ou quando sensores detectam que há carga suficiente), o sistema ativa poderosos ventiladores industriais na central, gerando um fluxo de ar que suga os sacos de lixo através da tubulação a velocidades de até ~70 km/h. As válvulas nas unidades de descarte se abrem e o lixo entra na linha principal pneumática, viajando até a estação coletora. Lá, um separador (ciclone) desacelera e separa os resíduos do ar: o lixo cai em contêineres selados para armazenamento, enquanto o ar utilizado é filtrado e liberado de volta à atmosfera sem odor. Tipicamente, os resíduos acumulados na central são então compactados e colocados em caixas maiores, que periodicamente são removidas por caminhões convencionais rumo à destinação final (aterro, usina, etc.). O sistema opera de forma automática e subterrânea, de modo que não

há caminhões circulando pelas ruas para coletar lixo individualmente – a coleta torna-se “encanada” como água ou esgoto, funcionando 24 horas se necessário.

Essa tecnologia existe desde os anos 1960 (primeira instalação em Estocolmo, Suécia)=, mas ganhou força a partir da década de 1990. Hoje, mais de 150 cidades no mundo utilizam coleta pneumática de lixo em alguma escala, desde bairros inteiros até empreendimentos específicos. É uma infraestrutura urbana de alto nível: exige planejamento integrado (preferencialmente instalada durante a urbanização de uma área nova) e investimentos vultosos em engenharia e automação.

9.3.2. Vantagens Técnicas

Quando bem implementado, o sistema a vácuo oferece uma série de vantagens notáveis que o diferenciam da coleta tradicional e dos contentores estacionários:

- **Eliminação de caminhões de lixo nas vias:** Este é o benefício mais visível. Como o lixo é transportado via tubulações subterrâneas diretamente a uma central, não há necessidade de caminhões compactadores percorrendo as ruas diariamente. Isso resulta em menos tráfego, menos ruído urbano e redução expressiva das emissões de poluentes e gases de efeito estufa associadas ao transporte de resíduos. Estudos apontam redução de até 90% nas emissões originadas pelo transporte de lixo em áreas atendidas por sistemas pneumáticos. Para cidades congestionadas, retirar os caminhões de coleta (sobretudo em horários de pico) é um ganho significativo em mobilidade e qualidade do ar.
- **Melhoria da higiene urbana:** A coleta por sucção é totalmente fechada – os resíduos viajam em dutos selados até um local central. Assim, não há sacos expostos nas calçadas, nem lixeiras transbordando nas ruas. Isso praticamente elimina mau cheiro e sujeira nas vias, já que os pontos de coleta são herméticos e projetados para evitar que odores saiam mesmo durante a sucção. Também impede acesso de animais ao lixo (nada fica aberto acessível a ratos ou baratas). Cidades com esse sistema desfrutam de ruas mais limpas e redução de vetores de doenças, pois nenhum resíduo fica acumulado ao ar livre – todo descarte vai direto para o sistema fechado.
- **Operação contínua e conveniente:** Diferente da coleta tradicional, que ocorre em dias e horários específicos, o sistema a vácuo fica disponível o tempo todo para uso. Moradores podem descartar seu lixo a qualquer hora, sem se preocupar em esperar o caminhão ou armazenar resíduos por dias em casa. Para o poder público, a coleta torna-se “sob demanda”: sensores monitoram níveis e o sistema ativa automaticamente quando necessário. Isso otimiza a eficiência – por exemplo, pode-se programar sucções mais

frequentes em horários de menor consumo de energia (madrugada) ou conforme picos de geração (manhãs e noites). Além disso, a central pode direcionar fluxos separadamente: resíduos orgânicos, recicláveis e rejeitos podem ser recolhidos em ciclos distintos, facilitando a separação na origem e melhorando as taxas de reciclagem. Em Bergen (Noruega), a introdução de coleta pneumática multi-fração aumentou a reciclagem de plásticos em 29% e diminuiu resíduos indiferenciados em 85%, com economia anual de US\$ 2 milhões na coleta.

- **Integridade ambiental e limpeza:** Como não há pontos de lixo no solo, problemas de contaminação local e lixiviados são minimizados. O sistema permite inclusive eliminar lixeiras ou contêineres de superfície completamente nos bairros atendidos, liberando calçadas e áreas públicas para outros usos. Também reduz a necessidade de aterros sanitários: por tornar viável coletar lixo orgânico separadamente e encaminhá-lo a compostagem ou biodigestão, e enviar recicláveis limpos para reciclagem, sobra muito menos rejeito para aterrar. Em alguns projetos, inclusive, a estação central é acoplada a um incinerador ou usina de energia, permitindo destinar todo lixo não reciclável a geração de eletricidade ou biogás, fechando o ciclo sem aterro. Tais medidas contribuem para cidades mais sustentáveis, alinhadas ao conceito de “lixo zero”.
- **Melhoria das condições de trabalho:** Os profissionais de limpeza urbana deixam de realizar coleta manual pesada e perigosa nas ruas (expostos a trânsito e resíduos insalubres) e passam a operar centralizadamente o sistema, ou atuar na manutenção. Isso reduz acidentes de trabalho e melhora a saúde ocupacional. Na estação central, os resíduos já chegam contidos e podem ser manipulados de forma mecanizada (prensas, esteiras), minimizando o contato humano direto. Em suma, o sistema traz a coleta de lixo para o século XXI em termos de automação e segurança.

9.3.3. Desvantagens Técnicas

Apesar de seu apelo tecnológico, a coleta pneumática enterrada apresenta diversas desvantagens e desafios que explicam porque não é onipresente nas cidades. Entre os principais:

- **Altíssimo custo inicial:** Implantar uma rede de coleta a vácuo envolve obras de infraestrutura complexas (assentamento de tubulações por quilômetros, construção de uma estação central com equipamentos industriais) e sistemas de controle automatizados. O investimento é extremamente elevado. Estudos europeus mostram que uma rede típica custa entre € 2,3 milhões e € 13,6 milhões (R\$ 12 a 70 milhões) dependendo do tamanho

da área atendida. O custo médio por metro de tubulação varia de € 1.000 a € 3.000 (cerca de R\$ 5.000 a R\$ 15.000 por metro) e cada ponto de coleta (boca de lobo) custa € 20.000 a € 70.000 (R\$ 100k a 350k). Isso significa que equipar um bairro inteiro pode chegar a centenas de milhões de reais. Por essa razão, o sistema só é financeiramente viável em áreas de alta densidade e geração de lixo, onde a economia operacional futura justifica o investimento, ou em novos empreendimentos de alto padrão onde o custo é diluído no projeto. Para contextos de cidade existente como Recife, o custo seria proibitivo para cobrir toda a malha urbana.

- **Dificuldade de implantação em áreas consolidadas:** Instalar a rede de dutos em uma cidade já estabelecida implica em extensas obras de escavação de ruas, potencial conflito com outras infraestruturas enterradas e grande planejamento para minimizar transtornos. É muito mais fácil implementar em bairros novos, planejados do zero com galerias já previstas para o lixo, do que retroadaptar centros urbanos históricos. Em São Paulo, por exemplo, estuda-se uso de redes pneumáticas em novos loteamentos e grandes condomínios, mas levá-las a regiões centrais seria logisticamente complexo e caro. Adicionalmente, a rede precisa ser bem dimensionada para evitar entupimentos: curvas, diâmetros e potência de sucção têm de considerar o tipo de resíduo. Resíduos muito grandes ou impróprios podem causar bloqueios difíceis de remover – engenheiros às vezes precisam entrar nos tubos para liberar obstruções. Portanto, essa não é uma solução plug-and-play; exige projeto minucioso e obras invasivas.
- **Consumo de energia e impacto ambiental:** O sistema pneumático, apesar de reduzir emissões locais dos caminhões, consome bastante energia elétrica para alimentar os ventiladores de sucção e todo aparato de controle. Análises de ciclo de vida (LCA) mostraram que, em cenários onde a matriz elétrica é fóssil, o AWCS (Automatic Waste Collection System) pode ter impacto ambiental total maior que a coleta tradicional devido ao uso de eletricidade. Por exemplo, um estudo em Helsinque indicou que a coleta pneumática teria impacto geral mais alto que a coleta porta-a-porta, a não ser que a eletricidade venha de fontes renováveis. Ou seja, a vantagem ecológica depende da fonte de energia: se a eletricidade for limpa (eólica, solar), o sistema se torna ambientalmente superior; se for de usinas a carvão, o ganho pode desaparecer. Além disso, manter a pressão e controlar válvulas continuamente implica custos operacionais de energia constantes, diferentemente de caminhões que consomem combustível apenas durante a rota.

- **Manutenção complexa e especializada:** Um sistema automatizado de lixo envolve muitas partes: sensores nas bocas de lixo, válvulas automáticas, tubulações extensas, motores, filtros, compressores de ar e softwares de controle. A manutenção requer equipe técnica especializada, muitas vezes fornecida pelo próprio fabricante (como contratos com a empresa Envac, líder do setor). Embora os custos operacionais cotidianos possam ser menores que os da coleta convencional em termos de pessoal, há despesas significativas com manutenção preventiva e corretiva de todo esse maquinário. Cerca de 25% a 80% dos custos operacionais de um AWCS vêm da mão de obra de manutenção e limpeza, dependendo do modelo de contrato. Se o sistema falha, a área atendida fica sem coleta até o reparo – não há alternativa simples, pois os resíduos estão dentro da tubulação. Bloqueios nas linhas ocorrem (especialmente se usuários descartam itens inadequados); embora 80% sejam resolvidos aumentando a pressão de arconfea.org.br, alguns exigem intervenção manual. Em suma, manter a rede 100% funcional é um desafio operacional contínuo.
- **Adaptabilidade limitada e escalabilidade:** Uma vez construída, a rede tem capacidade fixa (bombas dimensionadas para certo fluxo). Se a população ou geração de resíduos aumenta além do previsto, o sistema pode saturar e requerer obras de expansão custosas (novas tubulações ou centrais). Por outro lado, se a geração diminui ou muda de perfil (mais recicláveis, por exemplo), fica ociosa uma infraestrutura cara. Há também restrições físicas: materiais muito pesados ou grandes (entulho, móveis) não podem ir pelos tubos – é necessário manter coleta convencional para esses itens volumosos. Em locais turísticos ou eventos, a rede tem capacidade limitada de absorver picos súbitos de lixo. Assim, o sistema a vácuo não substitui completamente a necessidade de serviços complementares de limpeza, devendo ser visto como parte de um plano integrado.

9.3.4. Casos de Sucesso

Diversos exemplos pelo mundo mostram o sucesso da coleta pneumática quando aplicada nas condições adequadas. Barcelona, na Espanha, é um caso emblemático: desde os anos 1990 instalou sistemas a vácuo em bairros como Vila Olímpica e 22@, integrando centenas de edifícios. Hoje a cidade conta com dezenas de quilômetros de tubulações atendendo bairros antigos (Barceloneta) e novos, resultando em ruas mais limpas e redução de caminhões de lixo circulando. Estocolmo, Suécia (onde tudo começou) expandiu o conceito – um famoso sistema atende todo o bairro de Hammarby Sjöstad, referência de eco-bairro. Helsinque, Finlândia implementou em 2014 um sistema completo no novo distrito de Jätkäsaari: todos os prédios residenciais são conectados a uma central, e cada

edifício tem coletores para até 5 tipos de resíduos, elevando consideravelmente a separação na fonte. Na Coreia do Sul, a cidade futurística de Songdo integrou coleta pneumática desde sua construção, evitando a necessidade de lixeiras nas ruas – embora Songdo como projeto tenha enfrentado desafios, o sistema de resíduos é funcional e elimina totalmente caminhões no bairro de 100 mil habitantes.

Nos Estados Unidos, onde a adoção é limitada, há exemplos notáveis: Disney World (Flórida) utiliza desde os anos 1970 um sistema AVAC no parque Magic Kingdom, mantendo as áreas sempre limpas para os visitantes. Roosevelt Island (Nova York) possui até hoje a rede pneumática inaugurada em 1975 para atender seu complexo residencial de ~10 mil pessoas, sendo o único do tipo em área habitacional nos EUA. Esse sistema reduziu drasticamente a presença de caminhões na ilha e continua operando, comprovando a longevidade da tecnologia.

No Brasil, apesar do alto custo, há cases pioneiros em escalas menores. O Shopping Parque da Cidade em São Paulo inaugurou em 2019 o primeiro sistema Envac do país: tubos subterrâneos percorrem o complexo e transportam os resíduos a 70 km/h até uma central para descarte. Isso evita contêineres cheios nos corredores de serviço e diminuiu em 90% o volume de lixo enviado a aterro graças à eficiência de separação. O Hospital Sírio-Libanês (São Paulo) implementou um sistema semelhante para recolher automaticamente 7 toneladas diárias de roupas hospitalares e 8 toneladas de resíduos, conectando 112 pontos internos por tubulações – aprimorando a higiene e logística dentro do hospital. Esses exemplos mostram que em ambientes controlados (shoppings, hospitais, aeroportos), a coleta pneumática traz grande eficiência e limpeza. A cidade de Praia Grande (SP) chegou a anunciar planos para instalar coleta a vácuo no bairro Tupi em 2020, como projeto piloto urbano. E São Paulo capital avalia adotar o sistema em novas operações urbanas (como o projeto Tamanduateí), integrando a rede nas obras de infraestrutura.

Em resumo, casos de sucesso tendem a ocorrer em áreas de alta densidade ou empreendimentos greenfield, onde o investimento foi possível e o planejamento incorporou o sistema desde o início. Nesses locais, a satisfação é alta: centros urbanos limpos, praticamente sem barulho de coleta e com cidadãos participando ativamente da separação de lixo, elevando indicadores de sustentabilidade.

9.3.5. Casos de Insucesso

Por outro lado, há alguns exemplos de insucesso ou dificuldades notórias com sistemas pneumáticos, que servem de aprendizado. Um caso frequente é a subutilização da rede: em

alguns locais, após gastar milhões implantando, a quantidade de lixo coletada ficou abaixo do previsto por mudanças demográficas ou pela população não aderir plenamente (continuar usando lixeiras externas). Isso torna a operação economicamente injustificável.

A cidade de Songdo (Coreia do Sul), citada como sucesso, também apresenta um lado negativo: a manutenção cara e problemas de uso (entupimentos por resíduos fora do padrão) levaram a críticas de que o sistema não atingiu o desempenho esperado em algumas partes da cidade. Investidores classificaram a adesão como abaixo do esperado, embora não seja um “fracasso” completo, Songdo ilustra que expectativas podem não ser alcançadas se o restante da cidade inteligente não acompanha.

No Reino Unido, o borough de Wembley em Londres instalou coleta pneumática em um conjunto habitacional, mas após alguns anos enfrentou tantos problemas técnicos e de custo que o sistema foi desativado e substituído por coleta tradicional – um revés atribuído a falhas de planejamento e falta de suporte técnico contínuo. Igualmente, em alguns projetos espanhóis menores, prefeituras optaram por desligar o sistema a vácuo devido ao custo de manutenção maior que o previsto versus os ganhos, sobretudo se a área atendida era pequena demais para gerar economia real. Um paper científico comparando custos em Nova York indicou que, embora a operação pneumática fosse ~30% mais barata no dia a dia, o custo de capital tornava o custo total de 3,3 a 6,6 vezes maior que a coleta convencional – ou seja, economicamente inviável em alguns casos.

Outro problema de insucesso é falta de redundância: se o sistema para, não há coleta. Em 2018, um bairro de Barcelona teve a rede temporariamente inativa por pane elétrica, e lixo se acumulou nos prédios até a reparação, causando críticas. Situações assim mostram que é prudente manter um plano B emergencial (caminhões) e isso encarece a operação. Por fim, questões culturais podem levar ao insucesso relativo: em algumas cidades asiáticas, por exemplo, moradores idosos resistiram a usar bocas automáticas e continuaram deixando sacos nas ruas – demandando campanhas educativas intensas.

Em suma, o “insucesso” do sistema de lixo a vácuo geralmente relaciona-se a custos elevados não recuperados, manutenção complicada ou uso inadequado. Não é comum um abandono total após implantação, mas ajustes e aprendizados são necessários. Muitos projetos iniciais nos anos 60-70 enfrentaram percalços, mas as implementações modernas incorporam essas lições para evitar falhas críticas.

9.3.6. Custos e Investimento

A coleta enterrada a vácuo é, de longe, a solução mais cara das três comparadas aqui. Conforme visto, os valores por projeto alcançam muitos milhões de reais. Uma estimativa resumida de estudos internacionais: € 2.400 por residência conectada (aprox. R\$ 12.000 por residência) e € 835 por habitante beneficiado (cerca de R\$ 4.000 per capita) de investimento inicial. Em outras palavras, para atender, por exemplo, 50 mil moradores, poderia custar na ordem de R\$ 200 milhões.

No Brasil, não há dados públicos de implantação urbana ampla, mas tomando o caso do Shopping Parque da Cidade – sendo um projeto privado – especula-se que foram gastos alguns milhões de reais na infraestrutura Envac para cobrir aquele complexo (o que foi viável pelo padrão do empreendimento). Entretanto, nem todas as análises de custo são negativas: deve-se lembrar que o sistema substitui gastos contínuos com caminhões e garis. No longo prazo, cidades de primeiro mundo argumentam que ele se paga. Paris, por exemplo, calculou que em novas áreas o custo de instalar AWCS se equipara a 10–20 anos de coleta convencional, após os quais passa a ser lucrativo operar (sem contar os ganhos ambientais).

Os custos operacionais incluem energia elétrica, pessoal técnico e de limpeza na central, e eventual transporte dos contêineres finais ao destino. Em áreas densas, economiza-se no combustível e pessoal de rua, mas paga-se a conta de luz. A Envac (fabricante líder) afirma que os custos de operação/manutenção do sistema pneumático são mais baixos que os do caminhão após algumas décadas, considerando também a vida útil longa dos tubos e instalações. Contudo, é preciso ter uso contínuo alto: um estudo em Zaragoza (Espanha) mostrou que o AWCS só supera ambientalmente o método tradicional se operar quase na capacidade máxima; caso subutilizado, seus impactos (principalmente energia) ficam maiores que os do caminhão convencional rodando vazio.

Vale citar que modelos de negócio variam: em algumas cidades, a prefeitura arca com tudo (impondo taxa de lixo usual aos moradores), noutras, os próprios proprietários bancam a instalação nos prédios e pagam manutenção via condomínio ou taxa anual. Há ainda PPPs onde uma empresa privada investe e recupera via cobrança aos usuários ou prefeitura. Em Recife, hipoteticamente, a implantação em um bairro piloto exigiria aporte elevadíssimo e adaptação urbana, o que torna esse modelo mais adequado a projetos muito específicos (como talvez um centro histórico requalificado ou uma ilha artificial planejada).

Resumindo, o custo da coleta a vácuo é muito alto por natureza, mas traz benefícios exclusivos. A decisão por ele envolve pesar investimento vs. ganhos intangíveis (qualidade de vida, imagem da cidade sustentável). Não por acaso, até 2025, apenas cerca de 1000 sistemas existem no mundo – em nichos de alta densidade urbana ou locais emblemáticos que optaram por bancar a inovação.

9.3.7. Quadro Comparativo

A tabela a seguir resume comparativamente os três sistemas abordados, em termos de aspectos técnicos e econômicos principais, para facilitar a visualização das diferenças:

Critério	Contentores Soterrados	Contentores Semi-enterrados	Coleta Pneumática (Vácuo)
Capacidade por unidade	3.000–5.000L (grande; equivale~15-20 contêineres de 240 L) apse.org.uk. Pode ter 1–2 frações (orgânico/reciclável) por contentor.	3.000–5.000L (semelhante ao soterrado). Permite várias frações em um mesmo módulo (até 5) com sistemas modulares .	Praticamente ilimitada por rede (depende do dimensionamento). Pontos de descarte individuais pequenos (~40–120 L cada ciclo), mas rede atende milhares de usuários continuamente
Impacto visual urbano	Muito baixo – apenas tampas no nível do chão, praticamente invisível na paisagem Ideal para áreas que exigem preservação estética.	Baixo – somente colunas/tampas pequenas visíveis (1/3 do contêiner exposto). Ocupa pouco espaço de superfície e não prejudica fachadas.	Muito baixo – bocas de coleta semelhantes a lixeiras comuns ou discretas em postes. Rede toda subterrânea; elimina contêineres e caminhões nas ruas
Odor e higiene	Excelente controle – lixo confinado subterraneamente em ambiente frio, minimizando odores e acesso de animais .	Excelente controle (quase igual ao soterrado) – parte subterrânea mantém lixo resfriado; tampas fechadas impedem odores e pragas .	Excelente – sistema totalmente fechado, sem lixo exposto em nenhum momento; elimina mau cheiro nas ruas . Necessita limpeza dos filtros na central.
Necessidade de caminhões	Sim, porém reduzida – caminhão equipado (guindaste) esvazia contentores grandes com menos frequência de rotas Reduz frota e viagens em até ~50%.	Sim, porém reduzida – também requer caminhão com guindaste para retirada. Menos viagens devido à maior capacidade por parada apse.org.uk.	Não para coleta local – caminhões eliminados nas áreas atendidas (transporte via tubos) . Apenas caminhões pontuais para levar contêineres da estação central ao destino final (ex.: aterro) .
Flexibilidade e expansão	Limitada – estruturas fixas de concreto; difícil remanejar ou alterar compartimentação (geralmente 2 frações fixas) . Expansão exige obras (novos contentores).	Alta – sistema modular; pode acrescentar unidades facilmente. Modelos modulares permitem reconfigurar divisões internas e disposição (até formatos em L, agrupamentos diversos) .	Muito limitada – rede projetada para capacidade específica. Ampliar demanda obras civis e integração de mais tubulações e upgrade na central. Ajustes pontuais (mais bocas) são complexos e caros.
Principais vantagens	Elevada capacidade; elimina lixo nas calçadas; melhora visual urbano; reduz odores e vetores; menos alagamentos (sem sacos obstruindo bueiros) miltonjung.com.br ; boa relação custo-benefício a médio prazo (retorno ~1,5 ano segundo fabricante)	Quase todas do soterrado (alta capacidade, limpeza, estética) mas com instalação mais simples e custo menor; grande adaptabilidade (ex.: um contentor pode ter várias divisões) ; ocupa pouco espaço de solo (aproveita profundidade) .	Nenhum lixo visível ou caminhão nas ruas (cidade mais limpa e silenciosa) ; coleta contínua 24h (conveniência) ; aumenta reciclagem e permite gestão sofisticada por frações ; ideal para alta densidade; integração urbana (infraestrutura “invisível” como esgoto).

Principais desvantagens	Custo inicial elevado (R\$ 50–85 mil por unidade no BR)fernandohallberg.com.brfernandohallberg.com.br; requer guindastes e obras civis; pouca flexibilidade (fixo onde instalou) ; instalação difícil em áreas com muitas interferências ou lençol freático alto; se mal gerido, pode ter lixo ao redor ou infiltração de água.	Ainda requer caminhão especial; parte exposta suscetível a vandalismo/uso indevido; se superlotado, tende a formar “lixão” ao redor; menor prestígio visual que soterrado total (1/3 aparece); precisa drenagem para não juntar água no poço; capacidade ainda finita (precisa múltiplas unidades para grandes demandas).	Custo inicial altíssimo (dezenas a centenas de milhões R\$ para rede completa) ; obras de instalação disruptivas em malha urbana existente; manutenção complexa e cara (alta tecnologia) ; consumo significativo de energia elétrica ; pouca flexibilidade após instalado; não adequado a resíduos volumosos; dependência total – falha do sistema paralisa coleta.
Exemplos de aplicação	Paulínia e Barueri (SP), Santos (SP), João Pessoa (PB) – Brasilmiltonjung.com.brjoaopessoa.pb.gov.br; Lisboa, Londres, Cambridge, Edimburgo – Europaapse.org.ukapse.org.uk. Cidades turísticas e centros históricos.	Guimarães e Braga – Portugal ; Barcelona (várias áreas), Paris (pilotos) – Europa; Chapecó (SC), Balneário Camboriú (SC) – Brasilibiruba.rs.gov.brbc.sc.gov.br. Usados em bairros residenciais e pontos de coleta seletiva.	Barcelona (Espanha), Estocolmo (Suécia), Helsinque (Finlândia) – bairros inteirosconfea.org.bren.wikipedia.org; Disney World, Roosevelt Island (EUA)en.wikipedia.org; Songdo (Coreia do Sul). No Brasil: Shopping Parque da Cidade (SP), Hospital Sírio-Libanês (SP)premio.abrasce.com.branahp.com.br (escalas localizadas).
Ordem de grandeza de custo	Médio-alto – R\$ 40–80 mil por ponto (incluindo obra). Retorno operacional em anos (economia em coleta)	Médio – R\$ 30–50 mil por ponto (cerca de 30-40% mais barato que soterrado)urbamsjc.com.br. Custo diluído pela modulação (instala conforme demanda).	Muito alto – R\$ 4.000–5.000 por habitante (ex.: ~R\$ 200 milhões para 50 mil pessoas) . Elevado CAPEX, porém OPEX tende a ser menor que coleta tradicional após décadas .

9.4. CONCLUSÃO

Diante da análise comparativa, conclui-se que, para a cidade do Recife, a solução de contentores soterrados desponta como a mais vantajosa entre as três abordadas. Recife é uma capital com alta densidade populacional em várias áreas, grande produção de lixo, clima tropical chuvoso e um valioso patrimônio histórico/cultural – características que casam bem com os benefícios oferecidos pelos contêineres subterrâneos. Essa tecnologia melhoraria significativamente a limpeza urbana e a saúde pública recifense, eliminando a prática atual de sacos nas calçadas (que entopem bueiros e agravam enchentes) e acabando com focos de lixo exposto que atraem vetores de doenças. A redução de odores e a proteção contra animais seriam especialmente importantes nos bairros quentes de Recife, onde hoje o lixo orgânico fermenta rapidamente ao ar livre. Além disso, o impacto visual positivo – retirando de cena os latões e montes de lixo – contribuiria para a valorização turística de áreas como o Recife Antigo e Boa Viagem, alinhado ao esforço de embelezamento urbano.

Comparativamente, os contentores semi-enterrados também trariam muitos desses benefícios, porém os soterrados têm uma vantagem crucial: maior capacidade de integração paisagística e operacional. Em Recife, com suas vias estreitas em vários bairros, tornar as lixeiras praticamente invisíveis no subsolo liberaria calçadas e melhoraria a

mobilidade de pedestres. Os soterrados, por serem nivelados ao chão, não interferem em nada nas vistas urbanas – um ganho para a preservação da identidade visual do centro histórico, por exemplo. Tecnicamente, os sistemas soterrados podem ser implantados gradativamente nos pontos de maior geração de resíduos (orlas, feiras, mercados públicos, polos gastronômicos), obtendo impacto imediato na limpeza, conforme já testado com sucesso em outras cidades brasileiras. O custo, embora elevado, mostra-se justificável quando comparado ao salto de qualidade ambiental e às economias em coleta que Recife obterá a médio prazo. Já o sistema a vácuo, apesar de moderno e eficiente, não se mostra viável para Recife no momento: o investimento seria proibitivo e a complexidade de instalação no tecido urbano consolidado seria enorme. Mesmo seus benefícios poderiam não ser totalmente aproveitados devido à distribuição geográfica da cidade e à matriz energética local. Em síntese, os contentores soterrados oferecem a melhor relação benefícios/custos e adequação às necessidades de Recife, combinando limpeza, higiene e estética urbana com viabilidade prática. Implementando-os estrategicamente, a cidade poderá alcançar um novo patamar em gestão de resíduos, superando desafios históricos de lixo nas ruas, ao mesmo tempo em que evita os riscos e excessos das alternativas menos adequadas (semi-enterrados em menor escala de efeito, e pneumática em excesso de custo). Portanto, direciona-se a recomendação para que Recife priorize a adoção gradativa de lixeiras subterrâneas mecanizadas – uma solução comprovada que harmoniza com as demandas locais e trará ganhos duradouros à população e ao ambiente urbano.

9.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MILTON JUNG – “Sistema de coleta subterrânea de lixo já existe no Brasil”. **Blog Milton Jung – CBN**, 05/09/2011. Acesso em 01/08/2025. miltonjung.com.br/miltonjung.com.br
2. Fernando Hallberg – “Hallberg denuncia indícios de fraude na licitação das lixeiras da Av. Brasil”. **Site do Vereador Fernando Hallberg (Cascavel/PR)**, notícia de 03/07/2019. fernandohallberg.com.br/fernandohallberg.com.br
3. URBAM São José dos Campos – *Contrato 054/23 – Aquisição de Contentores Semi-enterrados*. **Pregão Eletrônico 039/2023 – URBAM SJC**, mar. 2023. (Dados de preços unitários). urbamsjc.com.br
4. CHAÍM, M. – “Coleta de lixo a vácuo pode fomentar cidades sustentáveis”. **Estadão Mobilidade**, 07/11/2020. mobilidade.estadao.com.br/mobilidade.estadao.com.br
5. CONFEA – GUERRA, I. M. et al. – “Coleta de lixo por meio subterrâneo e a vácuo”. **Anais CONTECC 2021**, Brasília/DF, 2021. (Trabalho técnico). mdpi.com/mdpi.com
6. WIKIPEDIA – “Automated vacuum collection”. **Wikipedia EN**, última atualização 23/07/2023. (Informações gerais e históricos sobre sistemas pneumáticos). en.wikipedia.org/en.wikipedia.org

7. Prefeitura de João Pessoa (PB) – “*Prefeitura instala contentores subterrâneos para descarte de resíduos na orla*”. **Notícias PMJP**, 18/01/2024. joaopessoa.pb.gov.br
8. Prefeitura de João Pessoa (PB) – “*Emlur inicia construção de terceira plataforma de contentores subterrâneos na orla da Capital*”. **Notícias PMJP**, 24/06/2024. joaopessoa.pb.gov.br
9. Câmara Municipal de Guimarães (PT) – “*Colocação de 40 contentores semienterrados em vários pontos do concelho de Guimarães*”. **Notícia CMG**, 21/04/2020. cm-guimaraes.ptcm-guimaraes.pt
10. Prefeitura de Ibirubá (RS) – “*Moderno sistema subterrâneo de lixeira é uma melhor alternativa aos tradicionais contêineres*”. **Notícia Prefeitura**, 24/08/2022. ibiruba.rs.gov.br
11. **Molok Ltd.** – Moilanen, S. – “*Rethinking underground containers and municipal waste management*”. **Molok Blog (FI)**, 01/10/2020. molok.com
12. ABRASCE – “*Shopping Parque da Cidade usa tecnologia inédita para coleta de lixo a vácuo – Envac*”. **Case Finalista Prêmio ABRASCE 2021**, São Paulo, 2021. premio.abrasce.com.br
13. XAVIER, V. – “*Coleta de lixo subterrânea e a vácuo*”. **Portal Muda Tudo**, 2021. (Blog de sustentabilidade, aborda exemplos de Barcelona, etc.). mudatudo.com.br
14. **Envac Group** – “*Automated Waste Collection – FAQ & Maintenance*”. **Envac Website**, acesso em 2025. (Dados técnicos de manutenção de sistemas pneumáticos). mdpi.com
15. Prefeitura de Lagoa (PT) – “*Município de Lagoa investiu mais de 400 mil euros em novos contentores subterrâneos*”. **Notícia CML**, 03/01/2024. cm-lagoa.ptcm-lagoa.pt
16. DANTAS, M. – “*Maceioenses e visitantes contam com nova solução de limpeza urbana (contentores subterrâneos)*”. **Prefeitura de Maceió – Notícias**, 2023. (Implementação de contentores subterrâneos em Maceió/AL). maceio.al.gov.br
17. **Summit Mobilidade Estadão** – “*Sistemas pneumáticos facilitam coleta seletiva de lixo*”. **AECweb/Summit Mobilidade**, 2020. (Artigo sobre coleta a vácuo consolidada na Europa, benefícios e desafios). mobilidade.estadao.com.br
18. **CORE Report (Martinho, 2006)** – “*Vantagens e desvantagens dos sistemas de recolha de proximidade*”. (Estudo português comparando contentores de superfície vs enterrados). cm-guimaraes.ptcm-guimaraes.pt
19. **MDPI Applied Sciences** – Farré et al. – “*Pneumatic Urban Waste Collection Systems: A Review*”. **Appl. Sci.** **13(2)**, 2023. (Revisão acadêmica extensa sobre AWCS no mundo, com dados de custos, impactos ambientais e lista de sistemas atuais). mdpi.com
20. Prefeitura de Chapecó (SC) – “*Chapecó instala modelo de lixeira subterrânea*”. **Notícia PMC**, 2022. (Projeto piloto de lixeira semi-enterrada em Chapecó, citado em visita técnica de Ibirubá/RS). ibiruba.rs.gov.br

10. ESTIMATIVA DO VALOR DA CONTRATAÇÃO

A estimativa do valor da contratação foi estruturada em duas partes distintas, conforme a natureza dos itens envolvidos:

Para a estimativa dos valores referentes ao fornecimento e instalação dos sistemas de contêineres soterrados, foi realizada pesquisa de preços no Portal Nacional de Contratações Públicas (PNCP), identificando-se como referência o processo de Registro de Preços para

futura e eventual aquisição e instalação de até 10 (dez) sistemas de contêineres soterrados e semienterrados para armazenamento de resíduos domiciliares, cujas características são compatíveis com o objeto deste estudo. Trata-se da contratação registrada sob o ID PNCP nº 13927801001110-1-000003/2025, publicada em 29/04/2025.

Dentre os itens constantes no processo de referência, foi selecionado aquele correspondente ao fornecimento e instalação de sistemas de contêineres soterrados para armazenamento de resíduos domiciliares, com capacidade mínima de 2m³, considerando a instalação de 2 contentores de 1m³ ou equivalente.

Com base nesse valor e na previsão de implantação de até 20 sistemas de contêineres no período de 12 meses.

Considerando que o objeto desta contratação contempla, além do fornecimento e instalação dos contêineres, a execução das respectivas caixas de suporte em concreto armado, e tendo em vista que os processos de referência identificados no PNCP não englobam esse item, optou-se pela elaboração de um orçamento estimativo específico para essa etapa.

Para tanto, foram utilizados como base os sistemas referenciais de custos da Administração Pública – **SINAPI** e **SICRO**, com data-base **março/2025**, levando em conta os insumos, composições e produtividade típicos para esse tipo de estrutura.

A metodologia adotada, os quantitativos e os valores unitários estimados encontram-se discriminados no **Apêndice I** deste Estudo Técnico Preliminar, compondo, em conjunto com os valores dos contêineres, a estimativa global da contratação, no valor total de **R\$ 9.462.810,05.**

A planilha contendo os quantitativos estimados e os respectivos valores unitários atualizados será apresentada nesse Estudo Técnico Preliminar.

11. DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO COMO UM TODO

A solução técnica adotada pela EMLURB tem por finalidade qualificar o sistema de acondicionamento de resíduos sólidos domiciliares por meio do fornecimento e instalação de sistemas soterrados mecanizados, em pontos estrategicamente selecionados. A iniciativa visa substituir estruturas convencionais superficiais por sistemas mais eficientes, higiênicos, seguros e esteticamente adequados ao espaço urbano. Os locais de implantação foram definidos com base em critérios técnicos, como volume de geração de resíduos, viabilidade de escavação, impacto visual, acessibilidade e compatibilidade com a coleta mecanizada.

A execução será organizada em **cinco frentes principais**, conforme detalhado a seguir:

11.1. Administração e Mobilização do Canteiro de Obras:

Inclui a alocação de equipe técnica qualificada, montagem de estrutura provisória de apoio, instalação de placas informativas, sinalização provisória (cones, cavaletes, telas e luzes de advertência), sanitários químicos e delimitação segura das áreas de intervenção. Essa frente compreende ainda o levantamento topográfico, a locação do sistema e a organização logística para recebimento e armazenamento de materiais e equipamentos.

11.2. Intervenção Civil e Infraestrutura Subterrânea:

Abrange a escavação mecânica e/ou manual da vala técnica com aplicação de escoramento metálico, esgotamento de água com bomba submersível (quando necessário), execução de lastro em concreto magro, compactação do solo, montagem de formas e armações em aço CA-50, aplicação de concreto fck 40 MPa com adição de sílica e posterior impermeabilização com membrana acrílica. Essa frente prepara a base estrutural para suportar o sistema soterrado com durabilidade e segurança.

11.3. Montagem do Sistema Soterrado:

Envolve o assentamento da caixa de concreto, alinhamento e fixação conforme projeto executivo, montagem da estrutura metálica da plataforma (galvanizada a fogo), instalação de cilindros hidráulicos, bocas externas em PEAD de 120L e dois contentores internos de 1000L cada. Também contempla os testes de acionamento do sistema, verificação da vedação e funcionalidade das peças, garantindo o pleno desempenho da coleta mecanizada.

11.4. Recomposição Urbana e Limpeza Final:

Compreende o reaterro lateral com solo arenoso compactado, a recomposição dos passeios com blocos intertravados (com reaproveitamento sempre que possível), o nivelamento final, a reposição de calçadas e a recuperação da sinalização viária. Inclui ainda a remoção de resíduos da obra, transporte com caminhão basculante e destinação ambientalmente adequada, conforme o Decreto Municipal nº 36.949/2023, com controle documental por tickets de balança e fiscalização da EMLURB.

11.5. Monitoramento Técnico e Entrega Final:

Prevê o acompanhamento contínuo por engenheiro e técnico de campo, emissão de relatórios, registros fotográficos, verificação de conformidade com as normas técnicas e de acessibilidade, além do treinamento da equipe de coleta quanto à operação dos sistemas instalados. Ao final, será realizada a liberação da área com condições restabelecidas de circulação e segurança urbana.

A solução caracteriza-se como serviço comum de engenharia, nos termos do art. 6º, inciso XXI, alínea “a” da Lei nº 14.133/2021, com ações padronizáveis em termos de desempenho e qualidade. Combina fornecimento de bens permanentes com execução de serviços técnicos especializados, obedecendo às exigências legais e normativas da engenharia urbana.

Todas as etapas de implantação e operação dos sistemas deverão observar as diretrizes estabelecidas na ABNT NBR 13221:2023 – Resíduos Sólidos Urbanos – Coleta – Procedimento, garantindo a conformidade técnica com as normas brasileiras aplicáveis à coleta mecanizada e à gestão adequada de resíduos urbanos.

A abordagem adotada assegura ganhos operacionais, ambientais e urbanísticos, promovendo a modernização dos sistemas de coleta, a valorização do espaço público e o compromisso da EMLURB com a sustentabilidade e a eficiência da prestação dos serviços essenciais.

11.6. Especificações Técnicas:

As especificações técnicas apresentadas a seguir referem-se exclusivamente ao contentor soterrado (ou enterrado) com capacidade volumétrica de 2 m³, destinado ao armazenamento convencional de resíduos sólidos urbanos secos, classificados como Classe IIA e IIB, conforme a NBR 10004 da ABNT, excetuando-se resíduos de natureza hospitalar, química ou eletroeletrônica.

Essas especificações foram elaboradas com base em pesquisa técnica junto aos principais fornecedores e fabricantes nacionais e internacionais do setor, bem como em catálogos técnicos, manuais de produto e documentos públicos de licitações já realizadas em território nacional. A análise também considerou parâmetros construtivos amplamente padronizados pelo mercado, requisitos de desempenho e boas práticas operacionais observadas em experiências de campo e recomendações técnicas disponíveis.

O objetivo é assegurar a compatibilidade da contratação com os critérios de durabilidade, funcionalidade, resistência e facilidade de manutenção, alinhando-se ainda aos princípios de eficiência operacional, sustentabilidade e segurança sanitária no manejo dos resíduos sólidos urbanos.

Figura 01: Ilustração do Container Soterrado



11.7. Materiais Empregados

- **Estrutura/Corpo Principal:** O contentor interno deve ser construído em material de alta durabilidade, geralmente polietileno de alta densidade (PEAD) rotomoldado ou aço carbono estrutural. Modelos modernos privilegiam PEAD rotomoldado pela leveza, resistência mecânica e à corrosão, sem partes metálicas em contato direto com os resíduos. Alternativamente, podem ser fabricados inteiramente em aço galvanizado (aço carbono laminado zincado) para maior robustez, especialmente em cenários de vandalismo. Em contentores metálicos, normalmente utiliza-se chapas de aço galvanizado a quente (zincagem por imersão) e eventualmente componentes em alumínio nas tampas internas, conferindo excelente resistência mecânica e incombustibilidade.
- **Componentes de Manuseio e Reforços:** Independentemente do material do corpo, os elementos estruturais e de manuseio (ex.: perfis de reforço, eixos de dobradiças, alças de içamento, ganchos ou argolas) devem ser de aço galvanizado a quente ou aço inoxidável, garantindo resistência estrutural durante o içamento e proteção contra corrosão. Por exemplo, mesmo em contentores de PEAD, as partes metálicas como armações internas, portas de fundo (alçapões) e pega de içamento são de aço galvanizado, sem contato direto com o lixo. Esses materiais asseguram que o contentor suporte cargas elevadas e ambientes agressivos de resíduos sem deformações ou falhas prematuras.

11.8. Revestimentos e Tratamentos Anticorrosivos

- **Galvanização e Pintura:** Contentores metálicos devem receber tratamento anticorrosivo integral, tipicamente galvanização por imersão a quente em todas as peças de aço (interna e externamente). A galvanização fornece uma camada protetiva de zinco resistente à ferrugem mesmo em ambientes úmidos ou em contato com lixiviados. Em caso de danos

mecânicos no revestimento galvanizado, recomenda-se retocar com spray de zinco (galvanização a frio) para restaurar a proteção superficial. Além da galvanização, opcionalmente pode-se aplicar pintura eletrostática a pó ou revestimento epóxi sobre o metal galvanizado, visando melhora estética (cores conforme codificação de resíduos) e camada adicional anticorrosiva.

- **Proteção UV e Acabamento Superficial:** Para contentores em PEAD, o material deve ser aditivado com estabilizador UV, preservando suas propriedades mecânicas e cor contra degradação solar (importante caso alguma parte fique exposta nas operações). As superfícies plásticas externas podem ter texturização antiaderente (rugosidade controlada) para dificultar colagem de cartazes/adesivos e facilitar a remoção de grafites. Já a face interna do contentor deve ser lisa, sem cantos vivos ou reentrâncias, para evitar retenção de sujeira e permitir limpeza fácil. Em modelos metálicos, todas as arestas, soldas e juntas devem ser protegidas contra corrosão (soldas passivadas e galvanizadas) e preferencialmente arredondadas para evitar pontos de concentração de tensão ou acúmulo de resíduos.
- **Elementos de Vedação:** As borrachas de vedação (guarnições) usadas nas tampas e aberturas também devem ser de material resistente a intempéries e ao ataque químico (borracha nitrílica ou EPDM), garantindo manutenção da estanqueidade ao longo do tempo sem ressecamento. O emprego de silicone industrial nas junções complementa a vedação contra infiltração de água. Todos os tratamentos visam prolongar a vida útil do contentor mesmo sob exposição a chorume, umidade do solo e variações de temperatura.

11.9. Dimensões e Capacidade

- **Capacidade Nominal:** 2,0 metros cúbicos (2.000 litros) de armazenamento útil para resíduos sólidos urbanos classe II A e II B, conforme ABNT NBR 10004 (resíduos não perigosos, não inertes) – exclui-se o depósito de resíduos Classe I (perigosos), bem como resíduos de saúde, químicos ou eletrônicos, que requerem contentores específicos. A capacidade deve ser entendida para resíduos “secos” ou indiferenciados compactáveis (orgânicos apenas se isentos de excesso de líquidos), permitindo acomodar aproximadamente até ~800 kg de resíduos no contentor (admitindo densidade média em torno de 0,4 t/m³, valor usual para resíduos urbanos compactados) – essa carga máxima pode variar conforme o tipo de resíduo depositado e é dimensionada para não exceder os limites estruturais e do equipamento de coleta.

- **Geometria e Dimensões Típicas:** O contentor soterrado de 2 m³ geralmente possui forma prismática ou cilíndrica vertical. Modelos cilíndricos apresentam diâmetro externo em torno de 1,3 a 1,5 m, com altura aproximada de 1,2 a 1,3 m (corpo principal) para atingir os 2 m³ úteis. Por exemplo, contentores de maior capacidade (3–5 m³) costumam ter diâmetro padrão de ~1,5 m, variando a altura de ~1,8 m (3 m³) até ~2,8 m (5 m³); assim, por analogia, a versão de 2 m³ teria altura inferior (cerca de 1,2 m) mantendo diâmetro similar. Em alternativa, alguns fabricantes adotam formato paralelepípedo ou tronco-cônico, com base quadrada de cerca de 1,2 × 1,2 m e altura em torno de 1,3–1,4 m, otimizando o volume dentro de um fosso compacto. Essas dimensões podem variar ligeiramente conforme o design, mas em todos os casos devem permitir a instalação dentro da caixa de concreto pré-fabricada padrão (não incluída no escopo) e o acoplamento adequado ao sistema de elevação previsto.
- **Aberturas (Boca de Alimentação):** Embora as tampas externas de deposição não façam parte do contentor interno (excluídas deste escopo), o contentor deve ser compatível com as aberturas de recebimento de resíduos normalmente instaladas na plataforma superior. Ou seja, a boca superior do contentor deve alinhar-se com o marco de deposição do sistema, apresentando diâmetro/ou dimensão compatível e garantindo vedação perimetral contra chuva e pragas. Em sistemas de carga traseira (contentor de fundo fechado), a parte superior do contentor pode ser totalmente aberta para acesso do lixo, enquanto em sistemas de carga vertical (contentor de fundo basculante) pode haver um anel de acoplamento na parte superior para ligação ao tubo de queda ou tambor do depósito. Em todos os casos, a interface superior deve assegurar que não haja frestas abertas para o solo (para evitar infiltração de água ou escape de odores) – normalmente obtido por flanges com guarnição de borracha prensada entre o contentor e a estrutura da plataforma.

11.10. Sistema de Vedação e Fechamento

- **Tampa Interna / Vedação Superior:** O contentor, ao ser instalado no fosso, fica coberto pela tampa pedonal externa do sistema (ou pela coluna de deposição), que atua como barreira principal contra água e odores. Entretanto, o próprio contentor deve possuir recursos de vedação passiva para garantir estanqueidade quando em operação. Isso inclui uma borda superior com vedante perimetral (perfil de borracha ou silicone) que se comprime contra a estrutura da plataforma, impedindo entrada de água pluvial e bloqueando a saída de odores e vetores do interior.

superior também barra o acesso de insetos, roedores e evita proliferação de focos insalubres no subsolo.

- **Sistema de Fechamento Inferior:** Nos modelos de carga vertical (descarga por baixo), o contentor é dotado de alçapão(ões) de fundo que permanecem hermeticamente fechados durante o uso e se abrem apenas durante a descarga no caminhão. Tais portas de fundo (podem ser uma única válvula basculante ou duas “asas” tipo concha) devem ter travas robustas que resistam ao peso dos resíduos e impactos, e possuir juntas de vedação flexíveis em todo perímetro de contato, de modo a conter líquidos percolados (chorume) e evitar vazamentos no fosso. Muitos contentores incluem inclusive bandejas de retenção de líquidos na base, com capacidade de dezenas de litros, para segurar o chorume acumulado e impedir derrame súbito quando da abertura do fundo. Nos modelos de carga traseira (fundo fechado), o fundo do contentor é fixo e estanque; neste caso, a remoção do lixo se dá retirando-se todo o contentor e acoplado ao caminhão compactador para basculamento. Para tanto, o contentor de fundo fechado deve possuir tampa superior interna ou cobertura durante o içamento, ou algum mecanismo que evite a saída de resíduos durante o transporte vertical – geralmente a própria plataforma atua como tampa durante elevação, ou há uma tampa articulada manual que o operador fecha antes do içar. Em ambos os tipos, todos os pontos de abertura devem ser vedados adequadamente quando fechados: a tampa superior (se existente) com junta elástica, e os alçapões inferiores com guarnições compressivas, de forma a garantir um contentor completamente selado contra infiltração de chuva e escape de líquidos durante o uso.
- **Resistência das Tampas e Fechos:** Os mecanismos de fechamento (fechos, dobradiças, trincos) devem ser dimensionados para uso intensivo e ambiente externo. As dobradiças e eixos em aço galvanizado ou inox devem suportar repetidas aberturas sem deformação. As trancas devem assegurar que o fundo só abra quando acionado pelo sistema de coleta (ex.: destravamento automático ao acoplar no caminhão ou ao engatar o gancho), **prevenindo aberturas acidentais** mesmo com o contentor cheio. Ademais, as tampas precisam **suportar cargas externas** eventuais – no caso de plataformas basculantes, pessoas podem pisar sobre a tampa externa, transmitindo carga ao contentor; portanto o contorno superior do contentor deve resistir sem fissuras. Modelos metálicos cumprem esse requisito com facilidade; nos modelos plásticos, frequentemente há um **aro estrutural metálico** embutido no topo do contentor para conferir rigidez e distribuição de cargas.

11.11. Resistência Estrutural e Durabilidade

- **Resistência Mecânica:** O contentor deve resistir ao peso próprio dos resíduos armazenados e às forças de manuseio sem deformações permanentes. Isso implica suportar pelo menos **400 kg por metro cúbico** de carga interna (esforço de empuxo nas paredes) e cargas pontuais durante o içamento. Os contentores de polietileno rotomoldado são projetados com paredes espessas e nervuras de reforço nas zonas de maior solicitação estática e dinâmica, evitando abaulamentos mesmo sob sobrecarga temporárias. Já contentores metálicos costumam empregar chapas de ~2,0–3,0 mm reforçadas com perfis em pontos críticos, conferindo elevada rigidez estrutural. Em ambos os casos, a estrutura deve aguentar impactos moderados de objetos lançados no seu interior e eventuais choques durante a operação (por exemplo, contatos com as paredes do fosso ou batidas leves do gancho), sem rupturas.
- **Resistência à Corrosão:** O ambiente confinado de resíduos gera chorume ácido e gases corrosivos. Contentores metálicos galvanizados oferecem resistência total à corrosão na maioria das condições – o revestimento de zinco atua como barreira e anodo de sacrifício, garantindo longa proteção mesmo se a pintura for danificada. Nos modelos plásticos, o material PEAD é inerentemente imune à corrosão e à maioria dos agentes químicos presentes no lixo urbano. Além disso, por não possuir componentes metálicos internos expostos, elimina-se o risco de ferrugem em contato com resíduos. Todas as ferragens externas (ganchos, parafusos) devem ser galvanizadas ou inox para evitar pontos de corrosão. Na prática, contentores subterrâneos bem protegidos mantêm sua integridade estrutural por anos mesmo sob exposição contínua a umidade e chorume.
- **Resistência Térmica e ao Fogo:** O contentor deve suportar variações de temperatura do ambiente externo e do próprio lixo (que pode estar aquecido pela decomposição). O PEAD rotomoldado típico permanece estável em temperaturas de -20°C até $+50^{\circ}\text{C}$, e recebe aditivos anti-UV para não degradar sob radiação solar. Contentores metálicos possuem alta resistência térmica naturalmente; no caso de incêndio de resíduos no interior, um contentor de aço galvanizado não propaga chamas e resiste ao fogo sem colapso, atuando também como barreira contra a propagação do fogo para áreas ao redor. Contentores plásticos podem deformar ou fundir em incêndios internos, mas muitos modelos atendem requisitos de retardância à chama conforme normas europeias (classificação de reação ao fogo). No uso cotidiano, a parte enterrada do contentor mantém os resíduos **mais frescos**, o que reduz

odores e riscos biológicos, além de atenuar efeitos climáticos extremos sobre o material do contentor, aumentando sua vida útil.

- **Segurança Estrutural:** A concepção deve prevenir acidentes. Isso inclui: ausência de arestas cortantes acessíveis; estrutura estável que não colapse mesmo se o contentor estiver parcialmente vazio e for sujeito à pressão lateral do solo ou do lençol freático (por isso a instalação requer caixa de concreto estanque); e presença de dispositivos de segurança no sistema de içamento (como travas antiqueda e plataformas de segurança no fosso, embora estes façam parte do sistema externo, o contentor deve ser compatível com tais dispositivos). Em suma, o contentor deve manter sua integridade e posição sem risco de tombamento ou ruptura, garantindo segurança aos usuários e aos coletores em todas as etapas de uso.

11.12. Limpeza e Manutenção

- **Facilidade de Limpeza:** O contentor deve ter superfícies internas laváveis, permitindo higienização periódica. Recomenda-se que o projeto tenha cantos arredondados e fundo levemente inclinado (ou drenos) para escoamento completo de líquidos durante a limpeza. A manutenção de rotina inclui a lavagem interna e externa do contentor com água e detergente neutro, com frequência mensal ou conforme a necessidade. O interior do contentor pode ser higienizado manualmente ou por equipamentos de lavagem automática acoplados aos caminhões de coleta, sendo ideal que o material resista a lavagens sob alta pressão. Modelos em PEAD apresentam superfície lisa que não adere tanto aos resíduos, facilitando a remoção de sujeira, enquanto contentores metálicos galvanizados toleram desinfetantes e lavagens quentes sem deterioração do revestimento.
- **Rotina de Higiene e Conservação:** Conforme boas práticas, a cada coleta deve-se inspecionar e remover resíduos presos (evitar sacos rompidos aderidos às paredes). Mensalmente, além da lavagem já citada, deve-se limpar as partes superiores (bocas de depósito e alças) com água e sabão neutro. Também é importante manter limpo e seco o fosso de concreto ao redor do contentor – removendo detritos e bombeando águas acumuladas, para prevenir corrosão externa e mau cheiro. As plataformas e calçadas ao redor do ponto de coleta devem ser varridas e mantidas livres de resíduos.
- **Manutenção Preventiva: Trimestralmente ou semestralmente,** recomenda-se verificar todos os componentes do contentor: conferir o aperto e estado das **alças de içamento** e olhais (devem estar firmes, sem trincas) inspecionar as **borrachas de vedação** das tampas

e das bordas, substituindo-as caso estejam ressecadas ou danificadas; checar o mecanismo de abertura dos alçapões inferiores (no caso de carga vertical), lubrificando dobradiças e eixos se necessário, para garantir abertura suave e completa. Deve-se observar se há pontos de corrosão no aço – em especial nas soldas ou locais onde o galvanizado possa ter sido arranhado – e imediatamente realizar o reparo do revestimento (limpeza do ponto e aplicação de galvanização a frio ou tinta zincante) para evitar propagação. Verificar também componentes hidráulicos ou elétricos se existirem (alguns sistemas possuem sensores de nível, etc., mas no contentor em si geralmente não há parte elétrica). Com essa manutenção preventiva simples, o contentor permanecerá seguro e “pronto para uso” continuamente.

- **Peças de Reposição:** A especificação deve prever a disponibilidade de peças sobressalentes, como vedantes de reposição, dobradiças, trincos e eventualmente bandejas de chorume substituíveis. O projeto ideal permite fácil substituição desses componentes no campo, prolongando a vida útil do equipamento. Deve constar no manual a lista de verificações e o intervalo recomendado de manutenção preventiva.

11.13. Vida Útil Estimada

- **Durabilidade:** Devido aos materiais robustos e proteção anticorrosiva empregada, a vida útil de um contentor soterrado de qualidade é elevada, mesmo sob uso intenso diário. Espera-se uma vida útil mínima de 10 anos em serviço regular, podendo superar 15 anos em condições normais de exposição. Fabricantes europeus reportam que contentores subterrâneos instalados há cerca de 30 anos ainda operam perfeitamentemolok.com, evidenciando a longevidade possível com manutenção adequada. Os equipamentos projetados para ambientes adversos costumam ter garantia estrutural de 5 a 10 anos, mas sua durabilidade real ultrapassa esse período.
- **Fatores que Influenciam:** A longevidade depende da qualidade dos materiais (espessura do PEAD, espessura e qualidade da galvanização do aço), do clima (ambientes costeiros corrosivos podem reduzir a vida de componentes metálicos se não bem protegidos) e principalmente da manutenção preventiva. Contentores plásticos bem cuidados não sofrem corrosão, mas estão sujeitos a degradação UV se partes expostas – com aditivação adequada, mantêm desempenho por décadas. Contentores metálicos podem, se negligenciados, apresentar corrosão localizada após anos, mas com inspeções e repintura isso é controlado. Reparos localizados (troca de uma dobradiça, reforço de solda, etc.) podem estender significativamente a utilidade. Em resumo, com inspeção periódica e

pequenos reparos, esses contentores podem ultrapassar duas décadas de uso eficiente sem necessidade de substituição integral.

- **Condições de Garantia:** No Termo de Referência, especifique que o fornecedor deve apresentar garantia contra defeitos de fabricação (estruturais e de material) por um período mínimo – tipicamente 5 anos para o corpo do contentor e seus componentes metálicos. Alguns fabricantes oferecem garantias estendidas para determinados elementos (por exemplo, garantia anticorrosão de 10 anos na galvanização). Ainda que a vida útil potencial seja muito maior, a garantia formal assegura a qualidade inicial e a conformidade com as especificações.

11.14. Conformidade com Normas Técnicas

- **Classificação de Resíduos (ABNT):** O contentor destina-se a resíduos Classe II A (não-inertes) e II B (inertes) conforme ABNT NBR 10004 – ou seja, resíduos sólidos urbanos comuns, secos ou levemente úmidos, incluindo fração orgânica não perigosa e recicláveis. Não se aplica ao acondicionamento de resíduos Classe I (perigosos) ou resíduos especiais que requeiram contentores específicos (hospitalares, químicos, eletrônicos, etc.). O Termo de Referência deve reforçar essa adequação de uso.
- **Normas de Desempenho e Segurança:** Na ausência de norma brasileira específica para contentores soterrados, recomenda-se exigir conformidade com normas internacionais equivalentes. Em especial, a norma europeia EN 13071 (Parts 1 e 2), que estabelece os requisitos gerais e métodos de ensaio para contentores fixos de resíduos de até 5.000 L, levantados por cima e esvaziados por baixo. A EN 13071-1:2019 aborda requisitos de construção, segurança e funcionalidade (como resistência mecânica, estanqueidade, ergonomia), enquanto a EN 13071-2:2020 trata de requisitos e testes específicos (p. ex., resistência dos dispositivos de elevação, ensaio de queda, estanqueidade a líquidos). Exigir declaração de conformidade a essas normas assegura que o contentor atenda padrões internacionais de qualidade e segurança.
- **Normas Nacionais Correlatas:** Os contentores móveis de superfície no Brasil seguem a ABNT NBR 15911 (partes 1 a 4), que cobre contentores plásticos de 120 L até 1000 L (coleta mecanizada convencional). Embora essa norma não se aplique diretamente aos soterrados, muitos princípios de resistência e ergonomia são similares – por exemplo, requisitos de material virgem ou reciclado, resistência a impactos e cargas, etc. Pode-se citar como referência qualitativa a ABNT NBR 13.463/1995, que classifica sistemas de coleta e contentorização, e a ABNT NBR 12980/1993 (que trata de coleta, varrição e

acondição de RSU) para contextualizar o sistema dentro das práticas nacionais. Essencialmente, o contentor de 2 m³ deve estar de acordo com as normas de higiene e segurança do trabalho (proteção dos coletores), normas de acessibilidade (a instalação deve permitir uso por PCD, conforme ABNT NBR 9050 no tocante à altura das bocas de deposição, por exemplo) e atender às regulamentações municipais pertinentes sobre coleta mecanizada subterrânea.

- **Certificações de Qualidade:** Exigir que o fabricante seja certificado ISO 9001 (sistema de gestão da qualidade) e, se possível, ISO 14001 (gestão ambiental), demonstrando compromisso com padronização. Produtos importados devem apresentar certificados de conformidade CE ou equivalente, indicando que atendem às diretivas europeias aplicáveis (máquinas, segurança). No âmbito do Mercosul, verificar se há homologações ou ensaios locais (eventualmente por órgãos como IPT, IBAM etc. para contentores). Tais conformidades asseguram que o equipamento atenda aos requisitos técnicos e legais para um investimento público confiável.

11.15. Exemplos de Fornecedores e Modelos

- **Contemar/Contenur (Brasil/Espanha):** A Contemar Ambiental (Brasil), em parceria com a multinacional Contenur, fornece contentores soterrados com capacidades variando de 2.000 até 5.000 litros, nos modelos de carga traseira e carga vertical, inclusive opções de diferentes bocas de lançamento. Seus equipamentos (linha SCT – Soterrado de Carga Traseira e SCV – Soterrado de Carga Vertical) utilizam contentores em polietileno reforçado ou totalmente metálicos, aliando tecnologia europeia à fabricação nacional. São amplamente utilizados em cidades brasileiras para modernização da coleta.
- **Sotkon (Portugal):** Sistema soterrado Sotkon KONCEPT, com contentores leves em polietileno de 0,45 m³ até 5 m³sotkon.com. Os contentores Sotkon de 2–5 m³ destacam-se por não possuírem partes metálicas em contato com o lixo (evitando corrosão) e componentes galvanizados apenas nas partes de manuseio sotkon.com. A Sotkon é referência em ilhas ecológicas subterrâneas, fornecendo sistemas completos instalados em diversas cidades da Europa e também projetos no Brasil.
- **Molok (Finlândia):** Pioneira em contentores semienterrados, a Molok possui modelos cilíndricos verticais (linha MolokClassic) de 1,3 m³, 3 m³ e 5 m³, nos quais grande parte do recipiente fica subterrânea. Embora semienterrados (uma porção fica acima do solo), esses contentores operam sob princípios similares – corpo em polietileno, sistema de elevação por grua e tampa superior controlada. A Molok é reconhecida pela longevidade de seus

equipamentos (há unidades com mais de 30 anos em uso) molok.com e por melhorar a eficiência da coleta devido à maior profundidade (resíduos mais compactados pela gravidade). Serve como exemplo de solução de alta durabilidade e sucesso internacional em coleta mecanizada profunda.

- **Outros Fabricantes:** No mercado internacional e local há outros fornecedores notáveis: por exemplo, a Engels Environmental (com linha *Tièrso* de contentores enterrados, incluindo versões totalmente em açoalmoverde.pt), a Formato Verde (Espanha, com contentores “Clip” modulares em polietilenoformatoverde.com), a Ovo Solutions e Nord Engineering (Itália), entre outros. No Brasil, distribuidoras como a Contelurb e a própria Sotkon Brasil também oferecem sistemas equivalentes. Ao elaborar o Termo de Referência, pode-se citar modelos consagrados como referência técnica, por exemplo: *Contentor Soterrado 2 m³ Contemar*, *Contentor Subterrâneo 2 m³ Sotkon/Sotkonteiner*, ou equivalentes, desde que atendam integralmente às especificações aqui descritas. Isso garante concorrência entre fornecedores idôneos e a seleção de um equipamento amplamente testado e utilizado em práticas de gestão de resíduos urbanos.

11.16. Fontes

As informações acima foram compiladas a partir de catálogos técnicos e normas relacionadas, incluindo especificações de fabricantes, diretrizes e manuais de operação/manutenção de contentores. Essas referências respaldam os requisitos de material, construção, desempenho e segurança esperados para contentores soterrados de 2 m³, garantindo embasamento técnico ao Objeto.

I. Fabricantes e Fornecedores

1. Sotkon Brasil – <https://sotkon.com.br>
2. Sotkon Global – <https://www.sotkon.com>
3. Contemar Ambiental – <https://contemarambiental.com.br>
4. **Molok Oy (Finlândia)** – <https://www.molok.com>
5. **Molok Brasil** – <https://molok.com.br>
6. Evac (sistema de coleta a vácuo) – <https://www.evac.com>
7. Mr. Fill (smart bins) – <https://www.mr-fill.com>

II. Documentos técnicos e licitações públicas

8. Prefeitura de Cascavel/PR – <https://portaltransparencia.cascavel.pr.gov.br>
9. Prefeitura de São José dos Campos/SP – <https://www.sjc.sp.gov.br/servicos/licitacoes/>
10. Prefeitura de Maceió/AL – <https://www.maceio.al.gov.br>

11. Câmara Municipal de Lisboa – <https://www.cm-lisboa.pt>

III. Normas e literatura técnica

12. ABNT NBR 10004:2004 – <https://www.abntcatalogo.com.br>
13. Silva, E. A., et al. (2019). "Análise da implantação de contentores subterrâneos em áreas urbanas" – Gestão & Sustentabilidade Ambiental
14. I&T Magazine – <https://www.itechmagazine.pt>

IV. Casos internacionais

15. Ayuntamiento de Barcelona – <https://ajuntament.barcelona.cat>
16. City of Helsinki – <https://www.hel.fi>
17. CleanRobotics – <https://cleanrobotics.com>
18. Bigbelly – <https://bigbelly.com>

12. JUSTIFICATIVA PARA O PARCELAMENTO OU NÃO DA CONTRATAÇÃO

Nos termos do art. 40, inciso I, da Lei nº 14.133/2021, o parcelamento do objeto deve ser avaliado com o objetivo de ampliar a competitividade, viabilizar a participação de empresas de diferentes portes e obter a proposta mais vantajosa para a Administração Pública. No entanto, a análise técnica realizada no âmbito deste Estudo Técnico Preliminar aponta que **não será recomendável o parcelamento da contratação**, por razões de ordem técnica, operacional e de compatibilidade funcional entre os elementos que compõem o objeto.

A implantação dos sistemas de contêineres soterrados demanda a execução de um conjunto integrado de atividades, que incluem o fornecimento dos equipamentos, o transporte especializado, a escavação e preparação da base, a instalação técnica dos componentes, o alteamento e aterramento lateral, a vedação, os testes de operação e a recomposição da área urbana afetada. Esses serviços são interdependentes e precisam obedecer a uma sequência lógica de execução, com responsabilidade única e contínua por parte da empresa contratada, sob risco de comprometer o desempenho, a durabilidade e a garantia do sistema.

Além disso, a instalação deve seguir os parâmetros técnicos do fabricante do sistema adotado, os quais envolvem tolerâncias específicas de montagem, ajustes em campo e recomendações de vedação e fixação que exigem domínio completo da solução por parte da executora. A fragmentação do objeto em lotes separados para aquisição de equipamentos, execução civil e instalação aumentaria significativamente os riscos de

incompatibilidade técnica, dificuldades na articulação entre etapas e conflitos contratuais entre empresas distintas.

Portanto, considerando a natureza indivisível e especializada do objeto, a necessidade de responsabilidade técnica unificada e a busca por eficiência e segurança na execução, **justifica-se a condução da contratação de forma integral**, abrangendo tanto o fornecimento quanto a instalação dos sistemas de contêineres soterrados, em regime de execução unitária.

Essa abordagem assegura maior controle técnico, melhor relação custo-benefício e pleno atendimento ao interesse público, em conformidade com os princípios da eficiência, economicidade e funcionalidade previstos na Lei nº 14.133/2021.

13. RESULTADOS PRETENDIDOS

Com a contratação dos serviços de fornecimento e instalação de sistemas de contêineres soterrados, a EMLURB pretende alcançar os seguintes resultados concretos e mensuráveis:

- Redução de impactos ambientais e sanitários em áreas críticas da cidade, com diminuição da exposição de resíduos ao ar livre, mitigação de odores e inibição da proliferação de vetores.
- Melhoria da eficiência operacional da coleta de resíduos, com aumento da capacidade de armazenamento por ponto e possibilidade de espaçamento entre ciclos de coleta, reduzindo custos logísticos e operacionais.
- Requalificação estética e funcional do espaço urbano, por meio da eliminação de contentores superficiais, desobstrução de calçadas e valorização das áreas de convivência e circulação de pedestres.
- Maior segurança e acessibilidade urbana, com instalação nivelada dos sistemas, eliminação de obstáculos irregulares e adequação do mobiliário urbano ao uso coletivo.
- Fortalecimento da gestão de resíduos sólidos, com a adoção de soluções tecnológicas sustentáveis, alinhadas às normas técnicas e às diretrizes do planejamento estratégico da EMLURB.
- Elevação do nível de satisfação da população usuária dos serviços de limpeza urbana, a partir da modernização dos pontos de descarte e da melhoria da percepção de higiene e ordem nos espaços públicos.

Os resultados serão monitorados a partir de indicadores operacionais (como frequência de coleta, volume armazenado e custo por tonelada coletada), indicadores urbanos (como

número de pontos requalificados) e indicadores qualitativos (como redução de reclamações e aumento da aprovação popular), com base nos relatórios técnicos e operacionais emitidos pela contratada e pela própria EMLURB.

14. PROVIDÊNCIAS PRÉVIAS AO CONTRATO

- A EMLURB indicará servidores para atuarem como Gestor e fiscal do Contrato, da Diretoria Executiva de Obras (DEOB).
- A DEOB ficará responsável por subsidiar as possíveis falhas/vícios de fabricação identificada dentro do período classificado como garantia do bem.
- As obrigações decorrentes da contratação serão formalizadas por meio de Contrato, a ser celebrado entre a EMLURB, e a empresa vencedora, e observarão os termos da Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021, da Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006, da Instrução Normativa SEPLAG/PCR nº 02/2023, Instrução Normativa Emlurb 001/2024 e demais dispositivos inerentes à contratação de que trata este ETP, do Edital e seus anexos, cujas minutas serão submetidas a exame prévio e aprovação da Diretoria Executiva Jurídica – DEJU, por força do disposto no parágrafo único do art. 53 da Lei nº 14.133/2021.

15. CONTRATAÇÕES CORRELATAS / INTERDEPENDENTES

A implantação dos sistemas de contêineres soterrados para armazenamento de resíduos domiciliares implica, de forma **interdependente**, a necessidade de adaptação da frota de veículos utilizados na coleta e na manutenção desses equipamentos.

Trata-se de uma **relação de interdependência técnica e operacional**, uma vez que a funcionalidade plena dos contêineres está condicionada à existência de caminhões coletores e compactadores com estrutura compatível para içamento, esvaziamento e higienização desses sistemas, conforme o padrão adotado. A ausência dessas adaptações comprometeria diretamente a efetividade e a sustentabilidade da solução proposta.

Diante dessa necessidade, deverá ser elaborado, em momento oportuno, **Estudo Técnico Preliminar específico**, voltado à avaliação detalhada da demanda, incluindo o levantamento da frota atualmente disponível, a compatibilidade técnica com os equipamentos a serem implantados e a identificação da solução mais eficiente sob os aspectos técnico-operacional, econômico e jurídico.

Esse novo ETP subsidiará a decisão quanto à eventual necessidade de:

- Contratação de serviços especializados para adaptação da frota existente;
- Aquisição ou locação de veículos já adaptados para o sistema proposto;
- Celebração de acordos de cooperação com entes que possuam frota compatível;
- Ou ainda, adoção de outras alternativas administrativas viáveis.

A realização dessa contratação interdependente será fundamental para assegurar a execução eficaz e continuada da coleta e da manutenção dos sistemas de contêineres soterrados, em conformidade com os princípios da eficiência, economicidade e continuidade do serviço público, previstos na Lei nº 14.133/2021.

16. IMPACTOS AMBIENTAIS

A implantação de sistemas de coleta soterrada, ainda que promova significativos benefícios ambientais e urbanísticos no médio e longo prazo, pode gerar impactos ambientais temporários durante as fases de escavação, fundação em concreto armado, montagem estrutural e operação inicial. Dentre os principais impactos ambientais potenciais, destacam-se:

- **Geração de resíduos sólidos da construção civil (RCC)**, incluindo material escavado excedente, entulhos de concreto, restos de armação e embalagens industriais;
- **Emissão de particulados e ruídos** provenientes do uso de equipamentos pesados e transporte de materiais;
- **Alteração temporária da permeabilidade do solo**, com risco de escoamento superficial e assoreamento em áreas vizinhas;
- **Consumo de energia e água** em atividades de construção e comissionamento;
- **Risco de interferência em redes de infraestrutura urbana existentes**, como drenagem, água, esgoto, gás e telecomunicações.

Como medidas mitigadoras obrigatórias, deverão ser adotadas pela contratada, no mínimo:

- Destinação ambientalmente adequada dos resíduos gerados, **com prioridade para reaproveitamento in loco e reciclagem em usinas licenciadas, conforme Resolução CONAMA nº 307/2002;**
- Plano de gerenciamento de resíduos da construção civil (PGRCC) **a ser apresentado e executado com base na legislação municipal vigente;**
- Controle de emissão de poeira e ruído, **com uso de lonas, aspersão de água e equipamentos com manutenção em dia e silenciamento adequado;**

- Proteção das redes públicas existentes, **com sondagens preliminares, mapeamento e execução de escavações assistidas, quando necessário;**
- Compactação e recomposição adequada do solo **após intervenções, com garantia de manutenção da drenagem urbana;**
- Uso de sistemas construtivos e equipamentos de baixo consumo energético, **privilegiando motores de alta eficiência e iluminação de LED para sistemas acessórios, quando aplicável.**

No que se refere à operação, a solução deverá visar:

- **Eficiência energética nos mecanismos de elevação, compactação e coleta**, com automação otimizada e, preferencialmente, alimentação com fontes de energia limpa quando disponível;
- **Baixo consumo de recursos hídricos**, devendo ser evitado qualquer sistema que utilize lavagem contínua interna;
- **Requisitos de durabilidade e modularidade**, para facilitar a manutenção e eventual substituição de peças sem necessidade de grandes desmontagens;
- **Logística reversa dos componentes ao fim de sua vida útil**, com obrigações contratuais de recolhimento e destinação ambientalmente adequada de contentores metálicos, peças plásticas, motores e demais componentes inservíveis, nos termos do art. 33 da Lei nº 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos).

Essas exigências integram a diretriz de sustentabilidade da contratação, nos termos do art. 20 da Lei nº 14.133/2021, e visam assegurar que a execução do objeto observe padrões mínimos de impacto ambiental, promovendo ganhos sociais e urbanísticos duradouros à cidade do Recife.

17. **DECLARAÇÃO DE VIABILIDADE**

POSICIONAMENTO CONCLUSIVO

Com os estudos, análises e demonstrativos realizados no presente ETP, a equipe de planejamento declara viável o presente objeto para execução dos serviços descritos para atendimento ao interesse público envolvido.

- A EMLURB dispõe de equipe técnica, nos diversos setores da Administração, para dar encaminhamento às atividades de contratação e aos adequados procedimentos de gestão contratual e fiscalização técnica do objeto.

- Os serviços deverão ser prestados por empresa especializada no ramo, devidamente regulamentada e autorizada pelos órgãos competentes, em conformidade com a legislação vigente.
- Com base na justificativa e nas especificações técnicas constantes neste Estudo Técnico Preliminar, e na existência de planejamento orçamentário para subsidiar esta contratação, propõe-se que a contratação é viável, atendendo aos padrões e preços de mercado.
- Os serviços objeto dessa contratação serão financiados com recursos próprios, o que será informado no Projeto Básico que deverá ser elaborado e aprovado pela equipe técnica da EMLURB.
- Tais ações constam no Plano de Contratação Anual – PCA, além de estar de acordo com a Lei de Diretrizes Orçamentárias – LDO e Lei Orçamentária Anual – LOA do ano Correspondente.

Recife, 01 de Maio 2025.

ALBERES DIAS

Assessor Especial de Controle e Orçamento

APÊNDICE I

I. PARTE 1: CAIXA DE SUPORTE

Obra		Bancos	B.D.I.	Encargos Sociais		
INSTALAÇÃO DE CONTENTORES DE LIXO ENTERRADO REV.01 - ONE		SINAPI - 03/2025 - Pernambuco SICRO3 - 01/2025 - Pernambuco	18,06%	Não Desonerado: embutido nos preços unitário dos insumos de mão de obra, de acordo com as bases.		
Orçamento Sintético						
Item	Código	Descrição	Und	Quant	Valor Unit com BDI	Total
1		ADMINISTRAÇÃO LOCAL		1		16.678,88
1.1	CPU 1618	EQUIPE DE GERENCIAMENTO E ACOMPANHAMENTO DOS SERVIÇOS DE CONSTRUÇÃO INCLUINDO ENGENHEIRO E ENCARREGADO GERAL DE OBRAS.	MES	4	4.169,72	16.678,88
2		CANTEIRO DE OBRAS		1		314.391,56
2.1	103689	FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE PLACA DE OBRA COM CHAPA GALVANIZADA E ESTRUTURA DE MADEIRA. AF_03/2022_PS	m ²	120	550,02	66.002,40
2.2	COTAÇÃO 0012	LOCAÇÃO DE CABINE SANITÁRIO QUIMICO, LIMPEZA 03 (TRÊS) VEZES POR SEMANA - 01 UNIDADE	MÊS	4	1.479,79 (BDI 13,83%)	5.919,16
2.3	CPU 2093	CAMINHÃO TOCO, PBT 14.300 KG, CARGA ÚTIL MÁX. 9.710 KG, DIST. ENTRE EIXOS 3,56 M, POTÊNCIA 185 CV, INCLUSIVE CARROCERIA FIXA ABERTA DE MADEIRA P/ TRANSPORTE GERAL DE CARGA SECA, DIMEN. APROX. 2,50 X 6,50 X 0,50 M	DIA	200	1.046,56	209.312,00
2.4	CPU 1866	GRUPO GERADOR A DIESEL 14KVA	DIA	200	165,79	33.158,00
3		SERVIÇOS INICIAIS		1		89.960,26
3.1	CPU 0645	SERVIÇO TOPOGRAFICO (PLANIALTIMÉTRICO) DE PEQUENO PORTE, 01 TOPOGRAFO, 04 AUXILIARES E EQUIPAMENTOS	DIA	20	2.303,96	46.079,20
3.2	1.SEINF CPU 003	FORNECIMENTO E MONTAGEM DE TELA DE SINALIZAÇÃO LARANJA (H=1,2M) FIXADA EM MONTANTES DE FERRO DE 1/2 POL. OU EM BARROTES DE MADEIRA 3X3 POL. COLOCADOS SOBRE BASE DE CONCRETO TRAÇO 1:4:8, ESPAÇADOS A CADA 2 M, INCLUSIVE POSTERIOR RETIRADA E REAPROVEITAMENTO. (REFERÊNCIA: EMLURB 03.03.045)	M	605,60	19,26	11.663,86

3.3	1.SEINF CPU 006	CAVALETE EM POLIETILENO ZEBRADO COM FAIXA REFLETIVA - H = 1,00 M, CONSIDERADO REUTILIZAÇÃO DE 10 VEZES CONFORME ORIENTAÇÃO DO CADERNO TÉCNICO DE SINALIZAÇÃO DO SICRO VOL. 10, CONT. 03, PAG. 48 E 49, INCLUSIVE FORNECIMENTO, TRANSPORTE E COLOCAÇÃO. (REFERÊNCIA EMLURB 03.03.110)	UN	40	45,42	1.816,80
3.4	1.SEINF CPU 005	CONE DE SINALIZACAO ABNT 15071 EM PVC RIGIDO COM FAIXA REFLETIVA, H = 70 / 76 CM , CONSIDERADO REUTILIZAÇÃO DE 10 VEZES CONFORME ORIENTAÇÃO DO CADERNO TÉCNICO DE SINALIZAÇÃO DO SICRO VOL. 10, CONT. 03, PAG. 48 E 49, INCLUSIVE FORNECIMENTO, TRANSPORTE E COLOCAÇÃO. (REFERÊNCIA EMLURB 03.03.110)	UN	40	10,60	424,00
3.5	CPU 1074	FORNECIMENTO E IMPLANTAÇÃO DE LUZ DE ADVERTÊNCIA E BATERIA PARA DISPOSITIVO DE SINALIZAÇÃO (BASEADA CÓDIGO 12642 ORSE JUL/24) - UTILIZAÇÃO 5 VEZES	UND	40	51,61	2.064,40
3.6	104482	ESGOTAMENTO DE VALA COM BOMBA SUBMERSÍVEL. AF_12/2022	H	800	34,89	27.912,00
4		DEMOLIÇÕES		1		10.013,22
4.1	97635	REMOÇÃO DE PISO DE BLOCO INTERTRAVADO OU DE PEDRA PORTUGUESA, DE FORMA MANUAL, COM REAPROVEITAMENTO. AF_09/2023	m²	411,65	21,69	8.928,62
4.2	100982	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 10 M³ - CARGA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA DE 0,80 M³ / 111 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF_07/2020	m³	13,25	11,06	146,55
4.3	95875	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 10 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020	M3XKM	307,56	3,05	938,06
5		INFRAESTRUTURA		1		223.330,32
5.1	93358	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA. AF_09/2024	m³	104,97	107,17	11.249,63
5.2	90091	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5 M (MÉDIA MONTANTE E JUSANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), ESCAVADEIRA (0,8 M3), LARG. DE 1,5 M A 2,5 M, EM SOLO DE 1A CATEGORIA, LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_09/2024	m³	944,73	7,33	6.924,87
5.3	101589	ESCORAMENTO DE VALA, TIPO CONTÍNUO COM PERFIL METÁLICO "U", COM PROFUNDIDADE DE 0 A 1,5 M, LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 E MENOR QUE 2,5 M. AF_08/2020	m²	548,40	168,04	92.153,14

5.4	101591	ESCORAMENTO DE VALA, TIPO CONTÍNUO COM PERFIL METÁLICO "U", COM PROFUNDIDADE DE 1,5 A 3,0 M, LARGURA MAIOR OU IGUAL 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M. AF_08/2020	m ²	383,88	140,07	53.770,07
5.5	TA.CPU 2018	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE ATERRO COM SOLO PREDOMINANTEMENTE ARENOSO (SEM FORNECIMENTO DE AREIA). (REFERÊNCIA SINAPI 96386 AGO/2022)	m ³	719,55	9,85	7.087,57
5.6	100978	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 10 M ³ - CARGA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA DE 1,20 M ³ / 155 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF_07/2020	m ³	899,25	8,58	7.715,57
5.7	95875	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 10 M ³ , EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020	M3XKM	14567,04	3,05	44.429,47
6		ESTRUTURA		1		500.265,13
6.1	97086	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA PARA RADIER, PISO DE CONCRETO OU LAJE SOBRE SOLO, EM MADEIRA SERRADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF_09/2021	m ²	37,44	160,06	5.992,65
6.2	96540	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA BLOCO DE COROAMENTO, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E=17 MM, 4 UTILIZAÇÕES. AF_01/2024	m ²	875,36	157,75	138.088,04
6.3	96620	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS, LAJES SOBRE SOLO OU RADIERS. AF_01/2024	m ³	27,73	868,49	24.083,23
6.4	92761	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	10244	14,94	153.045,36
6.5	CPU 1961	CONCRETO FCK = 40MPA, TRAÇO 1:1,6:1,9 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - CIMENTO CP-V, COM ADIÇÃO DE SILICA NA PROPORÇÃO DE 10% POR M3 DE CONCRETO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L. (REF: CPU 1961/SINAPI - 04/2025 E ET 80.05.0050/SCO 04/2025)	m ³	115,39	888,62	102.540,82
6.6	98554	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM MEMBRANA À BASE DE RESINA ACRÍLICA, 3 DEMÃOS. AF_09/2023	m ²	1000,93	56,84	56.893,05
6.7	103377	TUBO PEAD LISO PARA REDE DE ÁGUA OU ESGOTO, DIÂMETRO DE 160 MM, JUNTA SOLDADA (NÃO INCLUI A EXECUÇÃO DE SOLDA) - FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO. AF_12/2021	M	58,00	338,31	19.621,98
7		PASSEIOS		1		9.680,82
7.1	97084	COMPACTAÇÃO MECÂNICA DE SOLO PARA EXECUÇÃO DE RADIER, PISO DE CONCRETO OU LAJE SOBRE SOLO, COM COMPACTADOR DE SOLOS TIPO	m ²	200,00	0,86	172,00

		PLACA VIBRATÓRIA. AF_09/2021				
7.2	CPU 1120	REPOSIÇÃO DE PASSEIO EM PISO INTERTRAVADO, COM BLOCO RETANGULAR COR NATURAL DE 20 X 10 CM, ESPESSURA 6 CM. AF_10/2022 .BASEADO CÓDIGO SINAPI 92396	m ²	285,55	33,30	9.508,82

Total com BDI**1.164.320,18**

II. PARTE 2: CONTENTORES

DESCRIÇÃO	UNIDADE	QTD ESTIMADA	VALOR UNITÁRIO*	VALOR TOTAL
Fornecimento e instalação de sistemas de contêineres soterrados para armazenamento de resíduos domiciliares com capacidade mínima de 2m ³ , considerando 2 contentores de 1m ³ ou similar	Und	20	R\$ 99.497,50	R\$ 1.989.950,00

*FONTE: PROCESSO Nº, PREGÃO 003/2025, PREFEITURA DE SALVADO