

Waste Flow Diagram

Diagrama de Fluxo de Resíduos

A rapid assessment for mapping waste flows and quantifying plastic leakage
Uma rápida avaliação para mapeamento de fluxos de resíduos e quantificação de vazamento de plástico

User Manual

Manual do Usuário





IMPRESSÃO

Publicado por:

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Friedrich-Ebert-Allee 32 + 36
53113 Bonn
Alemanha
Tel. +49 61 96 79-0
Fax +49 61 96 79-11 15
E-Mail: Info@giz.de
www.giz.de

Os pontos de vista e as opiniões expressos nesta publicação não refletem necessariamente as posições dos autores e instituições participantes ou as posições políticas oficiais dos governos envolvidos durante a aplicação.

Contato:

 <p>giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH</p>	 <p>UNIVERSITY OF LEEDS</p>
S. Blume GIZ GmbH Dag-Hammarskjöld Weg 1-5 65760 Eschborn Alemanha E-mail: steffen.blume@giz.de	Dr. C. Velis e Dr. J. Cottom Faculdade de Engenharia Civil University of Leeds [Universidade de Leeds] Leeds LS2 9JT RU E-mail: C.Velis@leeds.ac.uk , J.W.Cottom@leeds.ac.uk
 <p>eawag aquatic research</p>	 <p>wasteaware</p>
Dr. C. Zurbrügg e I. Zabaleta Eawag-Sandec Überlandstrasse 133 8600 Dübendorf E-mail: Christian.Zurbruegg@eawag.ch	J. Stretz Wasteaware Ltd. Wren House, 68 London Road, St Albans, Herts, AL11NG RU js@j-stretz.de

Citação:

GIZ, University of Leeds, Eawag-Sandec, Wasteaware (2020). Manual do Usuário: Diagrama de Fluxo de Resíduos (DFR): Uma ferramenta de avaliação rápida para mapeamento de fluxos de resíduos e quantificação de vazamento de plástico. Versão 1,0. Fevereiro de 2020. Investigador Principal: Velis C.A. Equipe de pesquisa: Cottom J., Zabaleta I., Zurbruegg C., Stretz J. e Blume S. Eschborn, Alemanha. Obtido de: <http://plasticpollution.leeds.ac.uk>

Direitos autorais:

Diagrama de Fluxo de Resíduos – Uma ferramenta de avaliação rápida para mapeamento de fluxos de resíduos e quantificação do potencial de vazamento de plástico em cidades pelo GIZ é licenciado pelo *Creative Commons* CC BY-ND 4.0. Para visualizar uma cópia dessa licença, visite <https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0>

Essa licença exige que (re-) usuários deem crédito ao criador. Isso permite que eles copiem e distribuam o material em qualquer meio ou formato - sem adaptações, mesmo para fins comerciais.

Foto de Capa:

Direitos Autorais © Vincent Kneefel / WWF-NL

Agradecimentos:

O desenvolvimento do Diagrama de Fluxo de Resíduos foi possível em parte devido ao financiamento fornecido pelo Ministério Federal da Alemanha para o Desenvolvimento e Cooperação Econômica (BMZ).

Especialistas da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (GIZ), da University of Leeds, do eawag-sandec e da Wasteaware Ltd. desenvolveram esta metodologia. Especialistas externos dos setores público e privado deram suporte e aconselhamento durante o desenvolvimento. A equipe de desenvolvimento gostaria de expressar os mais sinceros agradecimentos aos especialistas colaboradores: Ellen Gunsilius, Johannes Paul e Pascal Renaud (GIZ) e Anne Scheinberg (Springloop). Muito obrigado aos revisores externos: Prof. D.C. Wilson, Andy Whiteman e David Lerpiniere pelo *feedback* e pelo conhecimento valioso compartilhado.

Encorajamento para compartilhar dados e se aproximar da equipe de desenvolvedores:

A equipe de desenvolvimento encoraja os usuários do DFR a compartilhar os resultados de seu trabalho. Isso tem uma série de benefícios mútuos, como apoiar usuários na aplicação do DFR, ajudar a fornecer garantia de qualidade, aumentar a disponibilidade de dados tanto para o gerenciamento de resíduos quanto para o lixo marinho, melhorar a robustez do DFR e, por fim, desenvolver uma comunidade de prática de prevenção do lixo marinho orientada a dados. Fique à vontade para contatar a equipe de desenvolvedores e encontre mais informações no STEP G.

1. VISÃO GERAL DO DIAGRAMA DE FLUXO DE RESÍDUOS.....	5
INTRODUÇÃO.....	5
PÚBLICO-ALVO.....	6
REQUISITOS DO USUÁRIO.....	6
2. CONCEITOS-CHAVE.....	8
RESÍDUOS.....	8
RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU).....	8
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (GRSU).....	8
GERENCIAMENTO FORMAL DE RESÍDUOS.....	8
GERENCIAMENTO INFORMAL DE RESÍDUOS.....	9
ESTÁGIOS DO SISTEMA GRSU.....	9
RESÍDUO NÃO TRATADO.....	12
RESÍDUO NÃO COLETADO.....	12
DESTINOS.....	13
3. MODELO DO DIAGRAMA DE FLUXO DE RESÍDUOS.....	14
ESTRUTURA DO MODELO.....	14
SIMPLIFICAÇÕES.....	16
MODELO BASEADO EM EXCEL E INTERFACE DO USUÁRIO.....	16
LINK PARA INDICADORES ODS.....	20
4. GUIA PASSO A PASSO.....	22
PASSO A: INÍCIO.....	23
PASSO B: COLETA DE DADOS DE GRSU.....	26
PASSO C: QUANTIFICAÇÃO DO VAZAMENTO PLÁSTICO.....	33
PASSO D: DETERMINAÇÃO DE DESTINOS DO VAZAMENTO PLÁSTICO.....	49
ETAPA E: DESENVOLVIMENTO E COMPARAÇÃO DE CENÁRIOS (OPCIONAL).....	64
ETAPA F: RESULTADOS.....	65
ETAPA G: COMPARTILHAMENTO DE SEUS RESULTADOS.....	70
ANEXOS.....	71
ANEXO 1: ELEMENTOS NO MAPA DO SISTEMA.....	71
ANEXO 2: EXEMPLO DE AVALIAÇÃO DE VAZAMENTO PARA TRANSPORTE.....	77
ANEXO 3. NÍVEIS DE CONTROLE PARA INSTALAÇÕES DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	80
REFERÊNCIAS.....	82

1. Visão Geral do Diagrama de Fluxo de Resíduos

Introdução

A coleta e a disposição final adequada dos resíduos sólidos municipais (MSW) é um desafio global que impacta, em particular, países de baixa e média renda, conforme reconhecido por sua inclusão nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (ODS 11 “Cidades e comunidades sustentáveis”). O indicador 11.6.1 busca monitorar a “proporção de lixo sólidos urbanos coletados e gerenciados em instalações controladas pelo total de resíduos sólidos urbanos gerados, por cidades”. De acordo com as atuais estimativas, 2 bilhões de pessoas em todo o mundo não têm acesso a serviços de coleta de resíduos, e 3 bilhões de resíduos de pessoas são tratados de maneira inapropriada do ponto de vista ambiental (Wilson et al., 2015). Isso tem graves impactos tanto na saúde humana como no meio ambiente, sendo a poluição por plásticos um problema que está surgindo rapidamente.

A poluição por plásticos é uma realidade e afeta todos os ecossistemas de nosso planeta. Causa sérios riscos aos animais, bloqueia drenos e vias fluviais, causando e piorando enchentes, degrada paisagens e já está presente em quase todos os lugares, incluindo a cadeia alimentar. Mais de 6.300 milhões de toneladas de plástico foram produzidas desde os anos 50 (Geyer et al., 2017), das quais 360 milhões de toneladas de plástico foram produzidas somente em 2018. Todo esse plástico acaba se tornando lixo. Atualmente apenas 9% de todo o resíduo plástico global é reciclado, enquanto 12% é queimado ou incinerado. Os 79% restantes se acumulam em aterros sanitários ou no meio ambiente.

Considera-se que os oceanos sejam o principal destino final para alguns desses plásticos, uma vez que se estima que aproximadamente 80% do lixo marinho seja derivado de fontes terrestres (Eunomia, 2016). No caso de macroplásticos, isso é em grande parte resultado da falta de infraestrutura para coleta de resíduos e de práticas precárias de gerenciamento de resíduos, especialmente nos contextos de baixa e média renda. Além disso, o aumento da população e do consumo de recursos intensifica essas questões, com uma necessidade de promover melhor a redução, o reúso e a reciclagem dentro do gerenciamento de resíduos sólidos (ODS - 12.5). Uma vez no oceano, itens macroplásticos maiores são degradados em inúmeros microplásticos secundários que estão além de qualquer controle e têm impactos mortais na vida marinha e na saúde dos oceanos (ODS - 14.1). Portanto, é essencial prevenir a poluição por macroplásticos desde a fonte, antes que se torne incontrolável no ambiente e antes que possivelmente entre em corpos hídricos.



Figura 1: O gerenciamento adequado de resíduos sólidos está ligado a uma série de indicadores de ODS

A Fig. 1 inclui: 11.6 - até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros; 12.5 - até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reúso; e 14.1 - até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e a poluição por nutrientes.

Muitos esforços estão em andamento para tentar reduzir a entrada de poluentes plásticos nos oceanos, incluindo limpeza de praias, banimento de plásticos de uso único e desenvolvimento contínuo de opções de reúso e reciclagem. No entanto, para que os países atendam adequadamente esses alvos de ODS, uma importante etapa é entender os sistemas e as práticas de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, em particular aqueles que podem levar o plástico a ser liberado no ambiente, e identificar as áreas de alta prioridade para intervenção.

A ferramenta introduzida neste documento é o **Diagrama de Fluxo de Resíduos (DFR)**. Ele foi desenvolvido com a colaboração entre GIZ, a University of Leeds, o Eawag e a Wasteaware. O objetivo do DFR é apresentar uma metodologia de avaliação rápida para mapear os fluxos de macrorresíduos em um sistema de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no nível da cidade ou do município, incluindo a quantificação de fontes e do destino de qualquer poluente plástico. Esse escopo pode ser resumido em seis objetivos:

- 1) Proporcionar uma avaliação rápida do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos de cidades ou municípios e visualizar os fluxos do resíduo, incluindo a informação de subindicadores de ODS 11.6.1
- 2) Usar avaliações baseadas em observação para quantificar as fontes de vazamento plástico no ambiente a partir do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos e determinar o eventual destino desse resíduo não controlado
- 3) Identificar fontes de poluentes plásticos de alta prioridade para que sejam feitas intervenções conscientes
- 4) Permitir a determinação de uma referência e a comparação entre as cidades
- 5) Elaborar cenários com o objetivo de obter percepções aproximadas sobre como as intervenções propostas podem impactar o sistema de gerenciamento de resíduos sólidos e poluentes plásticos
- 6) Quantificar a eficácia de intervenções aplicadas

Embora existam outras iniciativas em andamento com escopo semelhante, como a Calculadora de Poluentes Plásticos ISWA, o Diagrama de Fluxo de Resíduos é direcionado como uma aproximação de primeiro nível, na qual os detalhes e a exatidão da análise são trocados por uma avaliação mais rápida com menos exigências de dados.

Público-alvo

Este manual é destinado a indivíduos ou organizações, como:

- Autoridades locais que queiram entender o fluxo de resíduos dentro dos sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, estimar a quantidade de vazamento plástico no ambiente e identificar áreas cruciais para investimento em sua infraestrutura de gerenciamento de resíduos sólidos
- Agências de desenvolvimento e de doação que apoiam o desenvolvimento de capacidades e o financiamento do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos para aumentar o entendimento dos impactos do projeto
- Organizações Não Governamentais (ONGs) e organizações da sociedade civil que queiram melhorar o setor de resíduos sólidos
- Empresários e investidores privados que pretendem estabelecer atividades de coleta de resíduos, tratamento ou centros de disposição como um empreendimento comercial ou uma empresa social
- Qualquer acionista, organizações ou indivíduos públicos ou privados preocupados com o gerenciamento de resíduos sólidos e os poluentes plásticos

Requisitos do Usuário

Embora este manual tente evitar cálculos complicados, estatísticas por software ou complexas, algumas operações matemáticas básicas são necessárias. Todos os cálculos podem ser conduzidos com qualquer software de planilha convencional (ex., Excel) ou uma calculadora. No entanto, para

aplicar este modelo com sucesso, recomenda-se nomear usuários com significativa experiência em gerenciamento de resíduos. Outras orientações e treinamentos estão disponíveis em cursos on-line¹.

Para usar a ferramenta, o usuário deve inserir os dados sobre o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos da localidade que está sendo avaliada. As cidades e os municípios sem dados de resíduos atualizados e confiáveis são encorajados a conduzir exercícios de coleta de dados primários, para os quais a metodologia do indicador 11.6.1 de ODS (“medição do total de resíduos sólidos urbanos gerados, coletados e tratados em instalações controladas”) é altamente recomendada. A ferramenta DFR é desenhada para se integrar diretamente com essa metodologia. Um guia com o passo a passo para os métodos de coleta de dados de DFR é apresentado na Seção 4.

¹Guias de vídeos on-line para a ferramenta de Diagrama de Fluxo de Resíduos estão disponíveis em:

<http://plasticpollution.leeds.ac.uk>

O curso “Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos em Países em Desenvolvimento” está disponível gratuitamente na plataforma de aprendizagem Coursera: www.coursera.org/learn/solid-waste-management

2. Conceitos-chave

Resíduos

Resíduo se refere a qualquer substância ou objeto gerado como resultado da atividade humana que não seja um produto (ou seja, um bem ou serviço resultante do processo de produção e pretendido para venda) para o qual o gerador não tem mais uso na atividade de produção, transformação ou consumo e que, seja por escolha seja por exigência legal, é ou pretende ser descartado. Essas substâncias ou objetos podem estar sujeitos a atividades de recuperação, reciclagem ou aproveitamento de recursos, bem como reutilização direta ou usos alternativos, sem ou com apenas remuneração nominal.

Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)

RSU se referem a resíduos gerados por residências e a resíduos de natureza semelhante gerados por estabelecimentos comerciais, por instituições como escolas, hospitais, asilos e prisões e por espaços públicos como ruas, mercados, açougues, banheiros públicos, paradas de ônibus, parques e jardins. Eles também incluem resíduos volumosos (ou seja, eletrodomésticos, móveis velhos, colchões) e resíduos de determinados serviços municipais como resíduos dos serviços de limpeza de rua (varrição de ruas e conteúdo das lixeiras).

MSW devem excluir resíduos de construção e demolição, bem como resíduos da rede e do tratamento de esgoto municipal.

As fontes mais comuns de RSU são:

- **Resíduo domiciliar** se refere ao resíduo gerado por residências.
- **Resíduo comercial** se refere ao resíduo de natureza similar ao do resíduo domiciliar gerado por hotéis, restaurantes, lojas/shoppings, mercados/supermercados, açougues e escritórios.
- **Resíduo institucional** se refere ao resíduo de natureza similar ao do resíduo domiciliar gerado por escolas, hospitais, asilos, prisões e escritórios governamentais.
- **Resíduo de locais públicos** se refere ao resíduo de natureza similar ao do resíduo domiciliar descartado em locais públicos, como ruas, praças, parques e jardins, terrenos não utilizados, banheiros públicos e paradas de ônibus, muitas vezes chamado de varrição de ruas.

Caso seja usada uma definição local de MSW, é importante anotar a(s) definição(ões) local(is) ou nacional(is) de RSU para facilitar a comparabilidade futura.

Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (GRSU)

GRSU é o conjunto de atividades realizadas por unidades econômicas formais e informais, tanto públicas quanto privadas, e por geradores para fins de prevenção, coleta, transporte, tratamento e disposição final de resíduos. O gerenciamento de resíduos inclui somente atividades controladas relacionadas ao resíduo (formais e informais).

Gerenciamento formal de resíduos

O gerenciamento formal de resíduos diz respeito a atividades de gerenciamento de resíduos realizadas por unidades que trabalham no contexto de economia formal; ou seja, organizações ou indivíduos registrados como unidades econômicas com autoridades governamentais e que se presume que observem as leis e os regulamentos locais relacionados aos resíduos e a seu gerenciamento. Unidades em qualquer setor econômico, público ou privado, podem estar envolvidas no gerenciamento formal de resíduos. Atividades realizadas por geradores relacionadas ao gerenciamento de seus próprios

resíduos (por exemplo, triagem de materiais recicláveis em diferentes tipos no preparo para coleta porta a porta) também são consideradas atividades formais.

As atividades de gerenciamento formal de resíduos devem ser legais. No entanto, é preciso observar que nem todas as atividades realizadas por organizações/indivíduos registrados como unidades econômicas formais são necessariamente legais, uma vez que até mesmo organizações/indivíduos formais podem violar as leis.

Gerenciamento informal de resíduos

O setor informal se refere a indivíduos ou empresas envolvidos no setor privado de reciclagem e em atividades de gerenciamento de resíduos que não são patrocinadas, financiadas, reconhecidas, apoiadas, organizadas ou confirmadas por autoridades formais de resíduos sólidos, ou que funcionem violando ou concorrendo com autoridades formais (Scheinberg et al., 2010).

Assume-se que unidades informais cumpram as leis e os regulamentos locais relacionados a resíduos quando é de seu interesse, mas em alguns casos também realizam atividades ilegais. Se suas atividades são legais ou ilegais dependerá das leis e dos regulamentos na jurisdição em questão. Por exemplo, pode ser o caso em que a eliminação de resíduos (por exemplo, latas de bebida usadas) de lixos de reciclagem doméstica organizados para coleta seja legal em uma jurisdição, mas proibida em outra.

Cadeia de serviços informais

A cadeia de serviços informais está relacionada à seção do setor informal que oferece serviços de coleta de resíduos. É provável que isso seja fornecido por uma taxa para áreas que, de outra forma, não teriam nenhuma coleta de resíduos. Embora a motivação primária seja o oferecimento de um serviço, a cadeia de serviços informais também pode separar materiais valiosos de sua coleta para venda.

Cadeia de valor informal

A cadeia de valor informal está relacionada à seção do setor informal cujo objetivo primário é coletar materiais valiosos para venda. Comumente mencionado como “catadores de lixo”, a cadeia de valor informal normalmente funciona em grandes partes de uma cidade, incluindo áreas como lixões.

Estágios do sistema GRSU

A palavra “estágios” é usada para se referir a cada atividade sequencial no sistema GRSU pela qual o resíduo passa, ou seja, geração, coleta, triagem, transporte e disposição (consulte a Figura 2).



Figura 2: Esquema simplificado de um sistema GRSU

Geração

A geração de RSU é o resíduo sólido urbano total gerado pela população e por suas atividades econômicas nos limites do sistema do respectivo estudo de caso². Essa geração de RSU é ainda dividida em seis frações de resíduos diferentes (papel, plástico, vidro, metais, orgânicos e outros), que são modelados na ferramenta do Diagrama de Fluxo de Resíduos³.

Sistema de coleta

O sistema de coleta se refere à quantidade de RSU gerado que é movido do ponto de geração, como endereços específicos ou pontos de coleta designados, até o ponto de preparo para recuperação, as instalações de recuperação ou as de disposição. A porção remanescente de RSU gerado é considerada “não coletada”. Algumas vezes os sistemas de coleta são divididos em duas partes; coleta primária e secundária.

O **serviço de coleta primária** remove o resíduo dos geradores. Muitas vezes isso é realizado manualmente ou com veículos simples de áreas de alta densidade populacional, com estradas de difícil acesso muitas vezes não pavimentadas e estreitas. A coleta primária entrega o resíduo para os chamados pontos de coleta ou estações de transferência.

O **serviço de coleta secundária** coleta resíduos das estações de transferência e faz o transporte até a próxima atividade de gerenciamento de resíduo (ex., tratamento ou disposição). Normalmente os veículos são motorizados e possuem grande capacidade de carga.

Triagem

A triagem é definida como o exercício de separação de materiais com alto valor de materiais com baixo valor, para fins de possível recuperação (*consulte a definição de recuperação*). A triagem pode ocorrer em instalações formais reconhecidas, ou informalmente em todos os tipos de instalações (ex., centros de triagem, centros de recuperação e centros de disposição).

O DFR pressupõe que a maior rejeição de materiais ocorra no primeiro ponto de triagem. Depois dessa separação inicial, acredita-se que os rejeitos reduzam muito devido ao valor financeiro da reciclagem dos materiais separados. Da mesma forma, após o primeiro ponto de triagem, o material pode ser exportado para outras cidades, regiões ou países para recuperação. Como isso estenderia a exigência de dados além daqueles da cidade estudada, o DFR configura seu limite de sistema para terminar no primeiro ponto no qual o resíduo é separado com a intenção de ser recuperado. Como o DFR não mede o resíduo até sua recuperação final, a taxa de reciclagem declarada pelo DFR é apenas uma aproximação da taxa de reciclagem real.

No caso de instalações de triagem formais, elas seriam unidades de tratamento mecânico biológico (MBTP) ou instalações de triagem onde plásticos separados na fonte são separados das impurezas (rejeitos). No caso de instalações de triagem informais, elas existiriam apenas quando o resíduo misto é coletado informalmente e materiais valiosos são extraídos das margens das estradas ou de veículos de transporte.

Transporte

O transporte se refere à movimentação de RSU entre os estágios do sistema de GRSU. Dependendo do sistema de gerenciamento de resíduos, isso pode ser feito várias vezes e ser considerado como definição primária ou secundária (*consulte a definição do sistema de coleta*).

² Consulte a Etapa A1 no Capítulo 4

³ A metodologia 11.6.1 usada para calcular a geração de resíduos diferencia 12 frações de resíduos: 1. Cozinha/refeitório, 2. Jardim/parque, 3. Papel/cartão, 4. Plástico-filme, 5. Plástico-denso, 6. Metais, 7. Vidro, 8. Têxteis/sapatos, 9. Madeira, 10. WEEE, 11. HHW, 12. Outros (incluindo produtos de higiene). O DFR agrupa esses itens em categorias mais simples (orgânicos = 1 e 2; plásticos = 4 e 5; outros = 8, 9, 10, 11 e 12). A fração de plástico inclui resíduos de embalagem plástica e outros itens compostos primariamente por plástico. Portanto, excluem-se itens de multimateriais que podem conter apenas uma pequena quantidade de plástico.

Instalações de gerenciamento de MSW

As instalações de gerenciamento de RSU se referem aos pontos de coleta que recebem o resíduo sólido urbano coletado anteriormente. Este manual classifica essas instalações em dois grandes grupos (com base na metodologia de ODS 11.6.1 (UN-Habitat, 2020): instalações de recuperação (inclui instalações que preparam para recuperação) e instalações de disposição (Figura 3). O Anexo 3 introduz as etapas usadas para classificar as instalações de gerenciamento de RSU de acordo com seu nível de controle.

Disposição

A disposição se refere a qualquer operação que não seja recuperação, mesmo quando a operação tem uma consequência secundária que inclui o aproveitamento de substâncias ou de energia, ex., escolha de materiais para reciclagem num centro de disposição de terra ou recuperação de gás de aterro sanitário (Figura 3).

Instalações de disposição se referem a centros de disposição que são usados regularmente (ou seja, diariamente) por autoridades públicas e coletores privados, independentemente de seu nível de controle e legalidade. Esses centros podem ter um reconhecimento oficial (licença) ou não. Além disso, eles podem ser gerenciados de maneira controlada ou não controlada. Os centros de disposição nesta avaliação excluem outras bases não reconhecidas por autoridades públicas que ocasionalmente acomodem pequenas quantidades. Autoridades públicas podem organizar limpezas para remover os resíduos desses centros de disposição. Quantidades desviadas para esses centros são classificadas como resíduo não coletado para os fins desta avaliação.

Recuperação

A recuperação é definida como qualquer operação de gerenciamento de resíduos que desvie um material de resíduo da corrente de resíduos e que resulte num certo produto com potencial econômico ou benefício ecológico. Há inúmeros tipos de instalações de recuperação (OECD/Eurostat). A Figura 3 apresenta a classificação seguida neste guia.

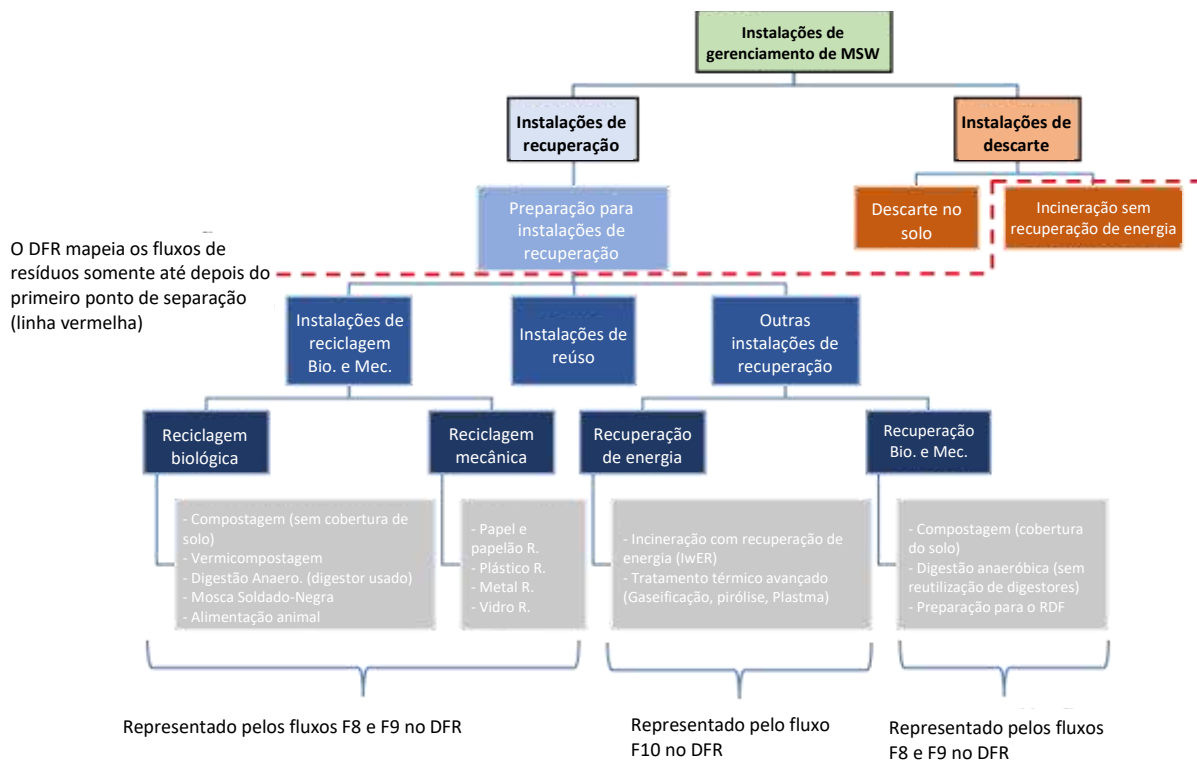


Figura 3: Classificação de instalações de recuperação e disposição. Quantidades pretendidas para reciclagem ou recuperação biológica ou mecânica são representadas por fluxos F8 (formal) e F9 (informal) no mapa do sistema do Diagrama de Fluxo de Resíduos (Figura 4). Esses fluxos combinam todas as quantidades que são separadas para recuperação, sem especificar o tipo de instalação de recuperação para onde os materiais vão. A linha vermelha indica o ponto no qual o Diagrama de Fluxo de Resíduos (DFR) não mais especifica o destino dos fluxos de resíduo. O resíduo pretendido para recuperação de energia é representado pelo fluxo F10.

Resíduo não tratado

Resíduo não tratado se refere às frações de resíduo que não são tratadas dentro do sistema de gerenciamento de MSW, tornando difícil calcular o tamanho do problema ou a escala dos custos associados. Ele consiste em resíduo não coletado e resíduo que vaza do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos, intencionalmente e não intencionalmente, bem como resíduo descartado ilegalmente no meio ambiente.

Resíduo não coletado

Resíduo não coletado se refere a todo o resíduo gerado que não termina numa instalação de recuperação ou disposição. O modelo DFR calcula o resíduo não coletado por meio do equilíbrio de massa, subtraindo-se as quantidades que chegam nas instalações de recuperação e disposição do total de RSU gerado.

Vazamento plástico

O vazamento plástico se refere a plásticos que escapam do sistema de gerenciamento de resíduos tornando-se não tratados, mas exclui plásticos não coletados que são tratados separadamente. O objetivo do DFR é quantificar esses vazamentos para todos os estágios do sistema de GRSU. Dentro do DFR, somente o vazamento de macroplásticos é considerado e, portanto, excluem-se os vazamentos de microplásticos. Isso deve-se ao fato de o sistema de gerenciamento de resíduos sólidos lidar principalmente com itens de resíduos com tamanho macro. Além disso, o vazamento de macroplásticos é considerado uma área de foco crítico pelo dano que causa uma vez liberado de maneira não controlada no meio ambiente e pelos itens macroplásticos se degradarem em microplásticos uma vez no meio ambiente.

Resíduo plástico não tratado

Plástico não tratado consiste principalmente em plásticos não coletados e plásticos que vazam do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos, intencionalmente e não intencionalmente, bem como resíduo plástico descartado ilegalmente no meio ambiente.

Poluente plástico

Poluente plástico se refere a efeitos adversos que o resíduo plástico não tratado tem no meio ambiente, na vida selvagem, em seres humanos e na infraestrutura. Isso inclui impactos dentro de todos os ambientes (terra, ar, água), incluindo, entre outros, impactos nos sistemas marinhos (lixo plástico marinho).

Destinos

Os **destinos** representam os locais onde o plástico não tratado é retido (terminais). O DFR considera quatro destinos padrões: queimada, terra, bocas de lobo e sistemas de água; com este sendo o destino de interesse do monitoramento do lixo marinho.

Sistemas de água

Nós definimos os sistemas de água como qualquer corpo hídrico, incluindo rios, canais, lagoas e lagos, que deságua numa rede fluvial ou no oceano. Embora nem todo plástico que entra nos corpos hídricos alcance o oceano, há uma alta chance de isso acontecer, prejudicando a vida aquática e marinha. Portanto, ele é definido aqui como lixo marinho.

Bocas de lobo

No contexto desta ferramenta, bocas de lobo são definidas como qualquer canal natural ou feito pelo homem que drene o excesso de chuva ou água subterrânea e que não tem um fluxo de água contínuo. Isso inclui leitos de rio sazonais, bocas de lobo em calçadas, canais construídos etc., mas exclui plásticos nas bocas de lobo do sistema de esgoto, a menos que eles sejam combinados (ex., água de rio aberto e sistemas de esgoto). Somente o plástico que é removido (limpo) das bocas de lobo é contabilizado neste destino. Considera-se que qualquer coisa não removida acaba chegando até os sistemas de água e é contada no destino dos sistemas de água.

Terra

Terra no contexto desta ferramenta se refere a todos os tipos de superfícies onde o plástico continuará emaranhado, preso ou terá mobilidade reduzida e pouca chance de chegar até os corpos hídricos ou entrar novamente no sistema de gerenciamento (ex., aterros em matas, vegetação densa, enterramento etc.). Isso também inclui qualquer resíduo plástico que estava originalmente na terra, mas que foi posteriormente coletado por atividades de varredura de ruas.

Queimada

A queimada abrange resíduos plásticos queimados a céu aberto como um método de disposição (ou seja, queimada de resíduos não coletados pelos residentes ou queimada de rejeitos separados). A queimada como um destino se aplica somente à parte não tratada dos plásticos, portanto, aqueles não coletados ou que vazaram do sistema GRSU. Isso exclui o plástico queimado pelos residentes para combustível (uma vez que isso não é considerado resíduo), a queimada que ocorre em aterros (uma vez que isso não é considerado um vazamento) ou a queimada que ocorre em instalações específicas, como incineradores (uma vez que isso é contabilizado para energia do fluxo de resíduo).

3. Modelo do Diagrama de Fluxo de Resíduos

Neste capítulo, você aprenderá sobre o modelo do DFR baseado em Excel. A estrutura do modelo é introduzida juntamente com simplificações subjacentes consideradas para seu desenvolvimento. Além disso, a interface do usuário do modelo baseado em Excel é discutida antes de especificar a ligação com o indicador ODS 11.6.1 e a metodologia que o acompanha.

Estrutura do modelo

O DFR mapeia os fluxos de resíduo de acordo com o diagrama do sistema mostrado na Figura 4. O modelo é apresentado de acordo com a Análise de Fluxo do Material na qual cada caixa representa um processo (estágio ou destino), e as setas representam os fluxos de massa entre eles.

Há dois tipos de caixas:

- **Caixas azuis** representam estágios dentro do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, incluindo os operados pelo setor informal. Isso inclui geração, coleta, tratamento, transporte e disposição final.
- As **caixas amarelas** representam o resíduo que vazou (ou nunca entrou, no caso de resíduo não coletado) do sistema GRSU e, como tal, terminou no meio ambiente. O modelo distingue quatro **destinos**: queimada a céu aberto, retido na terra, removido das bocas de lobo e que entra nos sistemas de água.

Os fluxos no mapa do sistema mostram os possíveis caminhos que o resíduo segue desde seu ponto de geração até sua disposição final, tratamento ou destino no meio ambiente. Todos os fluxos são quantificados no DFR em toneladas por ano. Também há dois tipos de setas:

- As **setas verdes** representam os fluxos de resíduos sólidos urbanos pelos quais os principais materiais são modelados (orgânicos, plásticos, papel, vidro, metal e outros).
As **setas laranjas** representam os fluxos de vazamento plástico. O DFR calcula apenas a quantidade de plástico vazado por estar predominantemente preocupado com poluentes plásticos. Assim, todos os fatores e coeficientes de transferência especificados para essas setas laranjas estão relacionados apenas ao plástico.

Uma descrição detalhada de cada processo e fluxo é discutida no Anexo 1: Elementos no mapa do sistema.

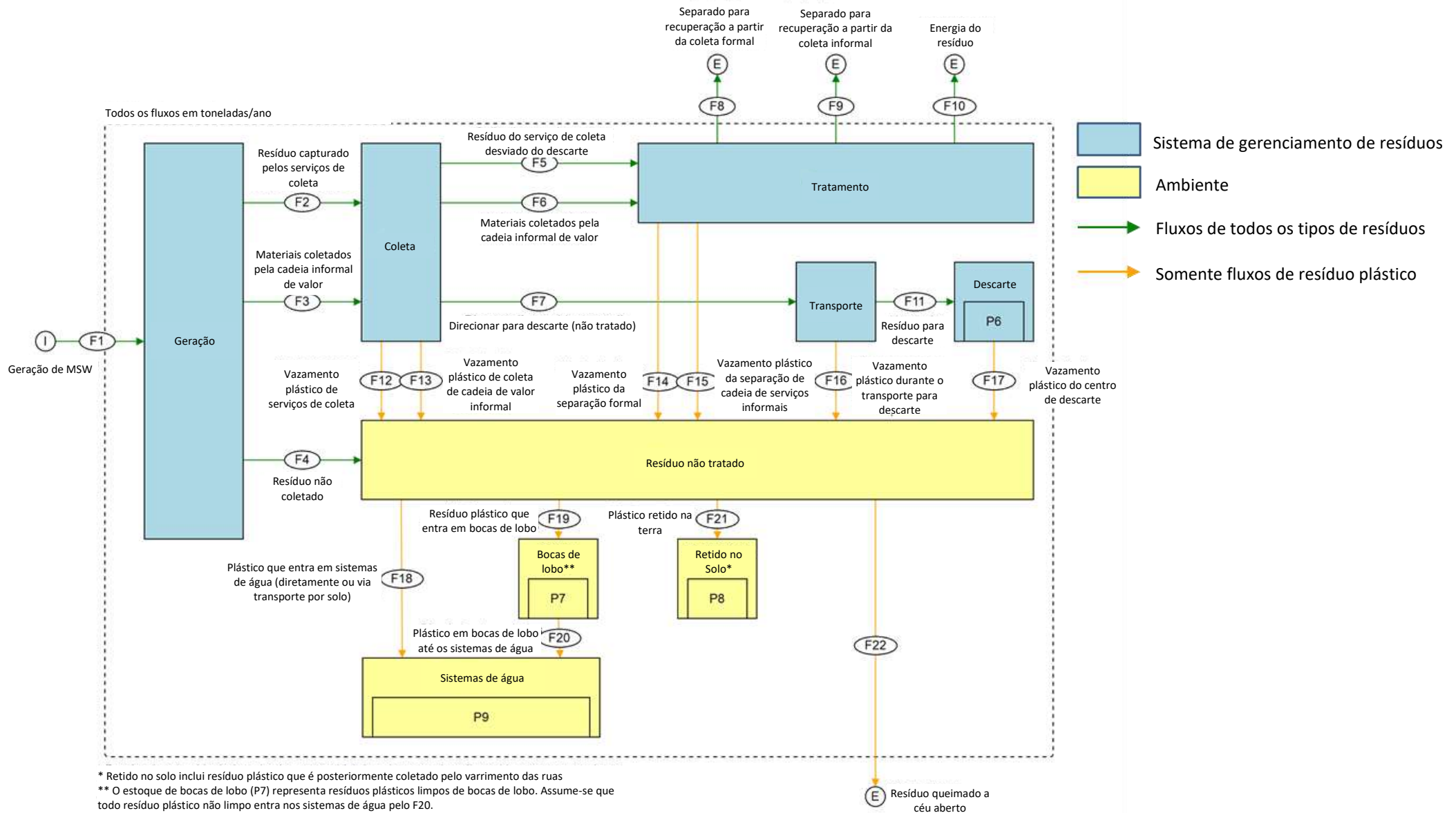


Figura 4: Mapa do sistema do Diagrama de Fluxo de Resíduos para os fluxos de resíduos sólidos urbanos e plásticos

Simplificações

É importante observar que o mapa do sistema mostrado na Figura 4 não pretende mostrar todos os possíveis fluxos de resíduos; ao invés disso, ele utiliza uma abordagem linear seguindo os estágios gerais de gerenciamento de resíduo de geração, coleta, tratamento, transporte e disposição. Isso significa que alguns fluxos de resíduos, que podem ocorrer na vida real, não são mostrados no mapa do sistema, uma vez que eles vão contra a ordem dos estágios de gerenciamento de resíduos e poderiam causar alças e dupla contagem no sistema (consulte o exemplo).

Não obstante, esses fluxos ainda são considerados, mas aplicados linearmente, de maneira semelhante aos dos “diagrama de fluxo de fezes”. Por exemplo, usando o exemplo acima, o fluxo F3 é responsável por todos os materiais residuais valiosos coletados pelo setor de cadeia de valor informal, independentemente da localização da coleta, e F8 e F9 são responsáveis por separar formalmente e informalmente o material para recuperação. Com isso em mente, é importante lembrar que o mapa do sistema é apenas uma ferramenta de visualização que permite que áreas-alvo sejam identificadas e que os fluxos de resíduos sejam monitorados.

Além disso, o destino mostra somente o destino final e não rastreia os fluxos de resíduos entre os destinos (ex., plástico na terra que é transportado até os sistemas de água é alocado apenas aos sistemas de água). Embora significativas variações de tempo ocorram no transporte de plástico, dependendo da estação do ano e do clima local, considera-se que essas oscilações sejam incluídas no coeficiente de transferência aplicado, com os resultados de fluxo relatados em unidades de toneladas por ano.

Exemplo: A cadeia de valor informal muitas vezes coleta materiais valiosos de centros de descarte e os transfere para a caixa de processo de tratamento no mapa do sistema para outra separação ou reprocessamento. No entanto, esse fluxo deliberadamente não é representado no mapa do sistema. Isso é devido ao fato de toda coleta de cadeia de valor informal ser representada pelo fluxo F3, independentemente da localização real da coleta. Essa abordagem é seguida uma vez que os métodos de coleta de dados identificam o resíduo total coletado pela cadeia de valor informal, mas não no local fonte onde esse material foi originado. Essa simplificação não significa, portanto, que certos fluxos não são contabilizados, mas ela simplifica as exigências de dados.

Modelo baseado em Excel e interface do usuário

O DFR é um modelo baseado em Excel composto de 6 planilhas:

- 1) Entrada de dados iniciais
- 2) Entrada de dados do cenário
- 3) Cálculos
- 4) Diagrama de Fluxo
- 5) Resumo dos resultados
- 6) Configurações

Entrada de dados iniciais

A planilha de “entrada de dados iniciais” (Figura 5) apresenta a interface de usuário para inserir os dados necessários para executar as avaliações iniciais. Essas avaliações iniciais buscam usar a coleta de dados primários e as observações locais do sistema de gerenciamento de resíduos para mapear os atuais fluxos de resíduos dentro do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos. Isso inclui uma primeira aproximação do poluente plástico na área. Espera-se que o maior entendimento das fontes, dos caminhos e dos destinos do poluente plástico ajude na identificação bem-sucedida de onde aplicar as intervenções. A avaliação inicial ainda permite a determinação de uma referência e comparação com outras cidades ou municípios. Além disso, ao se conectar à metodologia ODS 11.6.1 para “medição do total de resíduos sólidos urbanos gerados, coletados e tratados em instalações controladas”, os resultados podem ser obtidos para esses subindicadores de ODS.

A planilha de “entrada de dados iniciais” consiste em 8-9 colunas, com cada linha indicando uma entrada de dados separada. No total, há 5 seções de entrada principais, como listado abaixo,

- 1) Informações sobre a geração de resíduos
- 2) Tratamento e disposição de resíduos
- 3) Tratado em instalações controladas
- 4) Níveis potenciais de vazamento plástico por influenciador de vazamento
- 5) Níveis de poluente plástico por destino

As **células laranjas e azuis** marcam as seções, as quais são divididas em 21 perguntas de dados individuais, numeradas na primeira coluna. As **células brancas** apresentam informações sobre a entrada de dados, enquanto as **células verdes** destacam os dados de localização que precisam ser inseridos na ferramenta. As **linhas cinzas** apresentam a verificação visual de erro de cálculo para o usuário, como explicado em suas colunas de notas correspondentes. Essas linhas são condicionalmente formatadas para se tornarem vermelhas em caso de um erro suspeito, caso em que as entradas de dados devem ser verificadas e corrigidas. O **símbolo ⓘ** representa células que, ao serem clicadas, apresentam um pop-up de informações relacionadas à entrada de dados.

OBSERVAÇÃO: Todas as unidades percentuais são em termos de peso % Clique no símbolo ⓘ para mais informações e definições

1. Informações sobre a geração de resíduos			Dados iniciais			Confabilidade de Dados ⓘ
Nº	Item	Descrição	Unidade	Valor	Informação ⓘ	Metadados ⓘ
1	População ⓘ	Quantas pessoas moram na área (cidade, distrito urbano, região) que você deseja modelar?	Pessoas		Use uma estimativa com base no último censo ou outros dados oficiais.	
2	Geração de resíduos sólidos urbanos per capita ⓘ	Quanto resíduo sólido urbano por pessoa é produzido por dia?	kg/capita/dia		Esse valor deve ser medido na fonte usando os exercícios de caracterização de resíduos como explicado no manual do usuário. Como último recurso, use os valores de áreas comparáveis	
3.1	Composição de resíduos sólidos urbanos	Papel	Peso -%		Na ausência de dados de caracterização de resíduos, podem ser usados valores padrão por nível de renda Renda Alta: Papel = 24%, Plásticos = 11%, Vidro = 6%, Metais = 5%, Outros = 20%, Orgânico = 34% Renda Média Superior: Papel = 19%, Plásticos = 12%, Vidro = 5%, Metais = 4%, Outros = 14% Renda Média Inferior: Papel = 11%, Plástico = 9%, Vidro = 3%, Metais = 3%, Outros = 21% Renda Baixa: Papel = 6%, Plástico = 7%, Vidro = 2%, Metais = 2%, Outros = 30%, Orgânico = 53% (Fonte: UNEP, 2015, <i>Global Waste Management Outlook</i>)	
3.2		Plásticos	Peso -%			
3.3		Vidro	Peso -%			
3.4		Metais	Peso -%			
3.5		Outras	Peso -%			
3.6		Orgânicos	Peso -%			
-		Total	%	0%	Deve ser = 100%	
2. Tratamento e disposição de resíduos			Dados iniciais			Confabilidade de Dados ⓘ
Nº	Item	Descrição	Unidade	Valor	Informação ⓘ	Metadados ⓘ
4.1	Quanto RSU é descartado em locais designados?	Papel	Toneladas/dia		A metodologia por trás da medição da quantidade e composição do resíduo descartado em centros de disposição designados é delineada no manual do usuário.	
4.2		Plásticos				
4.3		Vidro				
4.4		Metais				
4.5		Outras				
4.6		Orgânicos				
5.1	Quanto RSU é enviado para recuperação energética?	Papel	Toneladas/dia		A metodologia por trás da medição da quantidade e composição do resíduo enviado para recuperação de energia é delineada no manual do usuário.	
5.2		Plásticos				
5.3		Vidro				
5.4		Metais				
5.5		Outras				
5.6		Orgânicos				
6.1	Quanto RSU é separado pelo setor formal para recuperação?	Papel	Toneladas/dia		Sistemas de reciclagem formais e informais são muitas vezes integrados uns aos outros, tornando difícil a identificação da contribuição de cada um. O manual do usuário apresenta detalhes sobre como medir as quantidades separadas por cada setor, respectivamente. Aqui definimos o setor formal como aqueles registrados ou licenciados pelo município (ou seja, ter um contrato com o município). Alternativamente, o setor informal é definido como aqueles não registrados ou não licenciados pelo município. Somente trabalhadores de cadeia de valor informal (ou seja, que não realizam serviços de coleta) são contabilizados aqui. Isso é devido aos serviços de coleta informal que transferem o resíduo para o setor formal sendo considerados atividades formais. Resíduo coletado por serviço de coleta informal que não transfere o resíduo para o setor formal, mas, ao invés disso, descartar/queima o resíduo, é da mesma forma considerado resíduo não coletado.	
6.2		Plásticos				
6.3		Vidro				
6.4		Metais				
6.5		Outras				
6.6		Orgânicos				
7.1	Quanto RSU é separado recuperação?	Papel	Toneladas/dia		Sistemas de reciclagem formais e informais são muitas vezes integrados uns aos outros, tornando difícil a identificação da contribuição de cada um. O manual do usuário apresenta detalhes sobre como medir as quantidades separadas por cada setor, respectivamente. Aqui definimos o setor formal como aqueles registrados ou licenciados pelo município (ou seja, ter um contrato com o município). Alternativamente, o setor informal é definido como aqueles não registrados ou não licenciados pelo município. Somente trabalhadores de cadeia de valor informal (ou seja, que não realizam serviços de coleta) são contabilizados aqui. Isso é devido aos serviços de coleta informal que transferem o resíduo para o setor formal sendo considerados atividades formais. Resíduo coletado por serviço de coleta informal que não transfere o resíduo para o setor formal, mas, ao invés disso, descartar/queima o resíduo, é da mesma forma considerado resíduo não coletado.	
7.2		Plásticos				
7.3		Vidro				
7.4		Metais				
7.5		Outras				
7.6		Orgânicos				
8.1	Coleta de cadeia de serviço informal ⓘ	Os serviços de coleta informal (cadeia de serviço) separam o plástico para recuperação?	N/A		Plásticos podem ser separados pela cadeia de serviços informais a partir do resíduo misto que eles coletam para complementar sua renda.	
8.2		Qual foi o percentual de coleta de resíduos mistos que foi coletado a partir dos serviços de coleta informal?	% de resíduos coletados por serviços de coleta		Se os dados não estiverem disponíveis na divisão entre os serviços de coleta informais e formais, use o percentual da área de estudo coberta pelos serviços de coleta informais em comparação ao setor formal como substituto. Consulte o manual do usuário para detalhes.	

Figura 5: Estrutura da planilha de “Entrada de dados iniciais” no modelo do Diagrama de Fluxo de Resíduos

Para as seções de entrada de dados “1. Geração de resíduos” e “2. Tratamento e disposição de resíduos”, o indicador ODS 11.6.1 de cobertura da coleta não é necessário. Isso é devido ao fato de a cobertura da coleta ser calculada automaticamente pelo DFR com base na quantidade de resíduo medida nos centros de tratamento e de disposição, em comparação à quantidade estimada gerada na fonte. Consulte a metodologia ODS 11.6.1 para mais detalhes (UN-Habitat, 2020).

Nas seções de entrada de dados “4. Níveis de possível vazamento plástico” e “5. Níveis de poluentes plásticos”, algumas entradas devem ser escolhidas a partir de um conjunto de valores predefinidos na forma de um menu em cascata. Isso é feito para garantir que as entradas sejam feitas em formato padronizado.

Na seção “5. Níveis de poluição de plásticos”, também há uma coluna adicional chamada “**destino normalizado (%)**” mostrando o percentual alocado a cada destino com base na seleção feita nas caixas suspensas. Esses destinos são normalizados para cada processo para 100% com base na alocação de outros destinos para esse processo. Consulte a “Etapa D: Determinação de destinos de vazamento plástico”, na seção 4 deste manual do usuário para entender o processo por trás da pontuação de cada destino. Se já existirem informações detalhadas sobre os destinos, o valor selecionado pode ser alterado para corresponder a esse valor medido.

A coluna “Confiabilidade dos Dados” se refere à confiança que você tem nos dados.

- **Alta** deve ser escolhida quando a coleta de dados primários tiver sido realizada de acordo com os métodos descritos no manual do usuário e você estiver confiante com os resultados.
- **Média** deve ser escolhida se você estiver usando dados recentes, mas não tiver coletado dados especificamente para este projeto usando os métodos definidos no manual do usuário (ex., estudos de viabilidade de outros projetos na mesma região e de perfil socioeconômico similar). Alternativamente, média pode ser escolhida se você tiver seguido os métodos de coleta de dados primários, mas acredita que podem haver imprecisões ou estiver menos confiante com o resultado.
- **Baixa** deve ser escolhida se você estiver usando dados antigos ou dados cuja fonte original ou método não estão claros. Da mesma forma, escolha essa opção se estiver muito incerto quanto à precisão do valor, ou se o valor for uma hipótese.

Entrada de dados do cenário

A planilha “Entrada de dados do cenário” segue a mesma lógica e formato da planilha “Entrada de dados iniciais” (Figura 6), mas difere com relação ao objetivo e às entradas de dados associadas.

O objetivo da “Entrada de dados do cenário” é fornecer um meio que permita que os usuários calculem o possível impacto de se aplicar intervenções dentro do sistema de gerenciamento de resíduo, por exemplo, com a atualização de um centro de disposição ou melhorando a cobertura da coleta. Esses cenários podem ser baseados na avaliação inicial (com as entradas usadas para isso mostradas para facilitar) ou podem, alternativamente, ser baseados em aproximações pelo usuário como uma forma de “testar” cenários.

Assim como com a planilha de “Entrada de dados iniciais”, as entradas de dados são divididas em cinco seções; no entanto, é importante observar aqui que algumas das entradas de dados são diferentes. Por exemplo, para permitir que os usuários avaliem como as alterações na cobertura da coleta impactariam os fluxos de resíduos, a cobertura da coleta agora é incluída como uma entrada, diferindo assim da avaliação inicial, na qual isso é calculado de acordo com outras entradas.

Embora os usuários possam alterar os valores na seção de entrada de dados “5. Níveis de poluente plástico por destino”, isso deve ser realizado somente para fins de teste. Caso os cenários estejam sendo considerados em relação aos dados iniciais, esses destinos devem ser deixados inalterados, uma vez que eles ditam onde o plástico não tratado termina. Uma exceção a isso ocorre caso o usuário planeje aumentar o nível de varrição da rua ou limpeza da boca de lobo dentro de uma área; nesse caso, os destinos relativos quanto à terra ou às bocas de lobo devem ser aumentados.

OBSERVAÇÃO: Todas as unidades percentuais são em termos de peso %

Clique no símbolo ⓘ para mais informações e definições

1. Informações sobre a geração de resíduos				Dados Iniciais ⓘ	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Observações	Metadados ⓘ
Nº	Item	Descrição	Unidade	Valor	Valor	Valor	Valor		
1	População ⓘ	Quantas pessoas moram na área (cidade, distrito urbano, região) que você deseja modelar?	Pessoas	0				Use uma estimativa com base no último censo ou outros dados oficiais e considere as taxas de crescimento populacional para cenários.	
2	Geração de resíduos sólidos urbanos per capita	Quanto resíduo sólido urbano por pessoa é produzido por dia?	kg/capita/dia	0,00				Esse valor deve ser medido na fonte usando os exercícios de caracterização de resíduos como explicado no manual do usuário. Como último recurso, use os valores de áreas semelhantes.	
3.1		Papel	Peso-%					Na ausência de dados de caracterização de resíduos, valores padrão por nível de renda podem ser usados:	
3.2		Plásticos	Peso-%	0%					
3.3		Vidro	Peso-%						
3.4		Metais	Peso-%						
3.5		Outras	Peso-%	0%					
3.6	Composição de resíduos sólidos urbanos ⓘ	Orgânicos	Peso-%	0%				Renda Alta: Papel = 24%, Plástico = 11%, Vidro = 6%, Metais = 5%, Outros = 20%, Orgânico = 34% Renda Média Superior: Papel = 19%, Plástico = 12%, Vidro = 5%, Metais = 4%, Outros = 14%, Orgânico = 46% Renda Média Inferior: Papel = 11%, Plástico = 9%, Vidro = 3%, Metais = 3%, Outros = 21%, Orgânico = 53% Renda baixa: Papel = 6%, Plástico = 7%, Vidro = 2%, Metais = 2%, Outros = 30%, Orgânico = 53% (Fonte: UNEP, 2015. Global Waste Management Outlook)	
		Total		0%	0%	0%	0%		
2. Coleta, tratamento e disposição de resíduos				Dados Iniciais ⓘ	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3		
Nº	Item	Descrição	Unidade	Valor	Valor	Valor	Valor	Observações	Metadados ⓘ
4.1	Qual é a cobertura do serviço de coleta? CD	Todos MSW	% de resíduos gerados	#DIV/0!				Isso inclui apenas resíduos coletados pelo setor formal ou coletados pelos serviços de coleta informais se eles transferirem depois para o sistema formal.	
5.1	Quanto RSU é coletado pelo setor de cadeia de valor informal para recuperação? CD	Papel	% de resíduos gerados	#DIV/0!				Isso inclui apenas resíduo coletado pelo setor de cadeia de valor informal. Isso é devido ao fato de os coletores de cadeia de serviços informais serem incluídos na cobertura da coleta formal, como discutido	
5.2		Plásticos		#DIV/0!					
5.3		Vidro		#DIV/0!					
5.4		Metais		#DIV/0!					
5.5		Outras		#DIV/0!					
5.6		Orgânicos		#DIV/0!					
6.1	Quanto de resíduo coletado é enviado para recuperação energética?	Papel	% de resíduos coletados por serviços de coleta	#DIV/0!				Inclui incineração e tratamentos térmicos avançados (gaseificação, pirólise etc.), mas exclui a queima a céu aberto de resíduos e a queima de resíduos como combustível pelos residentes.	
6.2		Plásticos		#DIV/0!					
6.3		Vidro		#DIV/0!					
6.4		Metais		#DIV/0!					
6.5		Outras		#DIV/0!					
6.6		Orgânicos		#DIV/0!					
7.1	Quanto de resíduo coletado é separado para recuperação?	Papel	% de resíduos coletados por serviços de coleta	0%				Uma vez que a unidade para esta entrada é % de resíduos coletados por serviços de coleta, isso exclui resíduos coletados pela cadeia de valor informal. Se a atribuição de um valor para isso for difícil de ser obtida devido à integração da triagem formal e informal, use o valor dos dados iniciais como um indicador.	
7.2		Plásticos		0%					
7.3		Vidro		0%					
7.4		Metais		0%					
7.5		Outras		0%					
7.6		Orgânicos		0%					
8.1	Quanto de resíduo coletado é enviado para centros de disposição designados?	Papel	% de resíduos coletados por serviços de coleta	0%				Centros de disposição designados (DDS) se referem a centros de disposição que são usados regularmente por autoridades públicas e coletores particulares, independentemente do nível de controle e legalidade. DDS podem ser oficialmente designados ou designados não oficialmente, mas ainda assim usados regularmente.	
8.2		Plásticos		0%					
8.3		Vidro		0%					
8.4		Metais		0%					
8.5		Outras		0%					
8.6		Orgânicos		0%					
9.1	Os serviços de coleta informal (cadeia de serviço) separam o plástico para recuperação?	N/A		0%				Plásticos podem ser separados pela cadeia de serviços informais a partir do resíduo misto que eles coletam para complementar sua renda.	
9.2	Qual foi o percentual de coleta de resíduos mistos que foi coletado a partir dos serviços de coleta informal?	% de resíduos coletados por serviços de coleta		0%				Se os dados não estiverem disponíveis na divisão entre os serviços de coleta informais e formais, use o percentual da área de estudo coberta pelos serviços de coleta informais em comparação ao setor formal como substituto. Consulte o manual do usuário para detalhes.	

Figura 6: Estrutura da planilha “Entrada de dados do cenário” no modelo do Diagrama de Fluxo de Resíduos.

Cálculos

A planilha “Cálculos” processa as entradas de dados para mapear o fluxo de resíduos no sistema. Embora nenhum dado deva ser inserido diretamente nesta planilha, há alguns aspectos importantes a considerar. Por exemplo, a primeira coluna mostra a ID do fluxo como relacionada à Figura 4 ou ao diagrama na planilha “Diagrama de Fluxo”. O nome do fluxo e o material são, então, relatados na segunda coluna antes dos cálculos para os dados iniciais, e os cenários são exibidos respectivamente. Uma coluna de confiabilidade de dados também é incluída para cada fluxo. Isso toma as entradas de confiabilidade dos dados qualitativos e calcula uma pontuação que depende tanto dessa entrada quanto de qualquer outra entrada anterior sobre a qual o número é baseado. Por exemplo, se a quantidade de resíduo gerado apresentar baixa confiabilidade de dados, todos os fluxos de resíduo subsequentes também teriam uma menor pontuação de confiabilidade de dados, uma vez que eles seriam baseados nesse valor de geração inicial. Isso permite a propagação da confiabilidade de dados por todo o sistema, como mostrado pelos indicadores que utilizam cores de semáforo na planilha “Diagrama de Fluxo”.

A caixa à direita mostra uma série de verificações de erro que são realizadas nos cálculos, como verificação do equilíbrio do sistema, uma verificação negativa e verificações de equilíbrio de massa para cada processo. A verificação de equilíbrio garante que a conservação da massa seja mantida, em que massa de entrada = massa de saída + estoque. A verificação negativa, por outro lado, garante que nenhum fluxo seja menor que zero em nenhum lugar do sistema. Se não houver erros, cada célula terá uma leitura zero e estará em branco. Contudo, se ocorrer um erro no equilíbrio de massa do processo ou nos dados de entrada, a célula ficará vermelha e a quantidade de massa que está causando o erro será exibida.

Diagrama de Fluxo

A planilha “Diagrama de Fluxo” é dividida em duas seções:

- 1) Diagrama de Fluxo de Resíduos
- 2) Diagrama de Sankey

O primeiro retrata o mapa do sistema mostrado na Figura 4. Ele também inclui resultados em tempo real relacionados aos valores de cada fluxo e à pontuação de confiabilidade de dados (somente para

fluxos dos dados iniciais). Todos os fluxos são mostrados com toneladas por ano (unidade). Pelas caixas suspensas na parte superior, você pode selecionar o cenário ou o dado inicial, bem como o tipo de resíduo a exibir (papel, plástico, vidro, metal, outros, orgânicos ou todos RSU).

A segunda seção está relacionada a um código produzido automaticamente que permite que você crie os diagramas de Sankey. Essa é uma alternativa, uma saída de visualização mais intuitiva na qual as setas são proporcionais à massa. Dependendo de suas necessidades, você pode escolher entre um diagrama simples ou um mais complexo. O código é projetado para ser inserido diretamente em www.sakeymatic.com com outras instruções sobre a formatação e o *layout* discutidos no modelo.

Resumo dos resultados

A planilha “Resumo dos resultados” exibe as informações mais importantes de cada modelo que opera num painel de comparação fácil e com versão para imprimir. Os resultados são divididos em duas seções (páginas), a primeira relacionada aos resultados dos fluxos de gerenciamento de resíduos para plásticos apenas e para todos os RSU. Por exemplo, são mostrados detalhes sobre a cobertura da coleta, as taxas de recuperação, a energia do resíduo e as quantidades tratadas em instalações controladas. Isso está diretamente ligado aos subindicadores de ODS 11.6.1. Como discutido anteriormente, as taxas de recuperação não devem ser usadas como taxas de recuperação oficiais, uma vez que elas vão apenas no primeiro ponto de triagem; contudo, espera-se que elas apresentem uma boa indicação de quais podem ser as taxas de recuperação reais.

O segundo conjunto de resultados foca somente na poluição de plástico não tratado, apresentando resultados sobre suas fontes, caminhos e destino final. Isso inclui o resultado sobre a quantidade de plástico que entra nos sistemas de água e que, portanto, contribui para o lixo marinho.

Outros detalhes sobre esta seção também são apresentados em F1: Seção de tabelas resumidas.

Configurações

A planilha “Contextos” contém os dados de entrada padrão não pertencentes ao usuário por trás do modelo. Embora essa planilha esteja bloqueada para edição, os coeficientes de transferência usados ainda podem ser visualizados para transparência. Os contextos incluídos nesta ficha são:

- Valores máximos de possíveis vazamentos usados no resíduo não tratado – árvore de decisão de quantidades.
- Potenciais de redução usados no resíduo não tratado – árvore de decisão de quantidades.
- Coeficientes de transferência usados no resíduo não tratado – árvore de decisão de destinos.
- Fator de incerteza usado na quantificação da confiabilidade de dados
- Denominação de opções para os menus suspensos

Link para indicadores ODS

Link para ODS 11.6.1 – RSU regularmente coletado com disposição final apropriado

A ferramenta DFR é harmonizada com o indicador ODS 11.6.1, o que significa que você pode usar e visualizar diretamente os dados do indicador ODS. Isso é particularmente interessante para usuários que decidirem conduzir a coleta primária de dados usando a metodologia ODS 11.6.1.

Depois de inserir todos os dados quantitativos necessários, o modelo calcula automaticamente os três subindicadores de ODS 11.6.1:

- Proporção de RSU coletado⁴: Este subindicador mede o total de RSU coletado na cidade, incluindo a forma de coleta informal e a formal.

⁴ Triangulação: Recomenda-se fortemente considerar as estimativas da coleta de resíduos já existentes para triangulação. Verifique em que medida os dados disponíveis diferem do número calculado. Uma diferença de $\pm 5-10\%$ é aceitável. Se maior do que isso, verifique novamente seus cálculos e também a fonte das informações disponíveis. O SDG 11.6.1 calcula a cobertura da coleta com base na massa (ou seja, massa coletada em relação à massa gerada). Muitas cidades fornecem a cobertura da coleta com base na população (ou seja, população servida com a coleta em relação à população total). As diferenças observadas na triangulação podem ser parcialmente devido às diferentes unidades.

- Proporção de RSU tratado em instalações controladas: Este subindicador mede o RSU total que é tratado nas instalações (seja por recuperação ou disposição) com nível de controle no mínimo “BÁSICO”.
- Vazamento Plástico: Essa é a quantidade total de plástico gerado que vaza do sistema GRSU.

Para mais detalhes sobre os dois primeiros subindicadores, consulte a metodologia ODS 11.6.1.

Na diferença com a abordagem DFR, a metodologia ODS 11.6.1 considera as instalações de recuperação como sendo a última instalação da cadeia de valor que processa os materiais dentro dos limites do sistema do estudo de caso. Elas podem ser empresas de reciclagem, empresas de exportação ou instalações que conduzem o primeiro estágio da triagem.

Link com 12.5.1 - Taxa nacional de reciclagem

O DFR considera somente o primeiro estágio de triagem dentro dos limites do estudo de caso. Como consequência, as quantidades de RSU recuperado para reciclagem não podem ser determinadas de acordo com a definição estabelecida pelo ODS 12.5.1. Esse indicador considera apenas uma fração das quantidades alocadas para recuperação, ex., aquelas direcionadas para reciclagem. Além disso, ODS 12.5.1 mede a taxa de reciclagem nacional, enquanto DFR opera no nível da cidade ou do município.

Link com 14. 1 - Redução da poluição marinha de todos os tipos, especialmente aquelas de atividades terrestres

A avaliação de DFR do vazamento plástico difere do ODS 14.1, pois olha a fonte de vazamento plástico dentro do sistema de gerenciamento de MSW. Isso destaca onde a intervenção é necessária dentro do sistema. Comparativamente, o ODS 14.1 avalia a presença de plástico no meio ambiente e, quando possível, apresenta algumas informações sobre o tipo de polímero plástico, o fabricante e o país de origem. Ambas as avaliações apresentam informações valiosas e são complementares.

4. Guia passo a passo

Este capítulo delinea todas as etapas a serem seguidas ao aplicar o DFR como resumido na Figura 7.

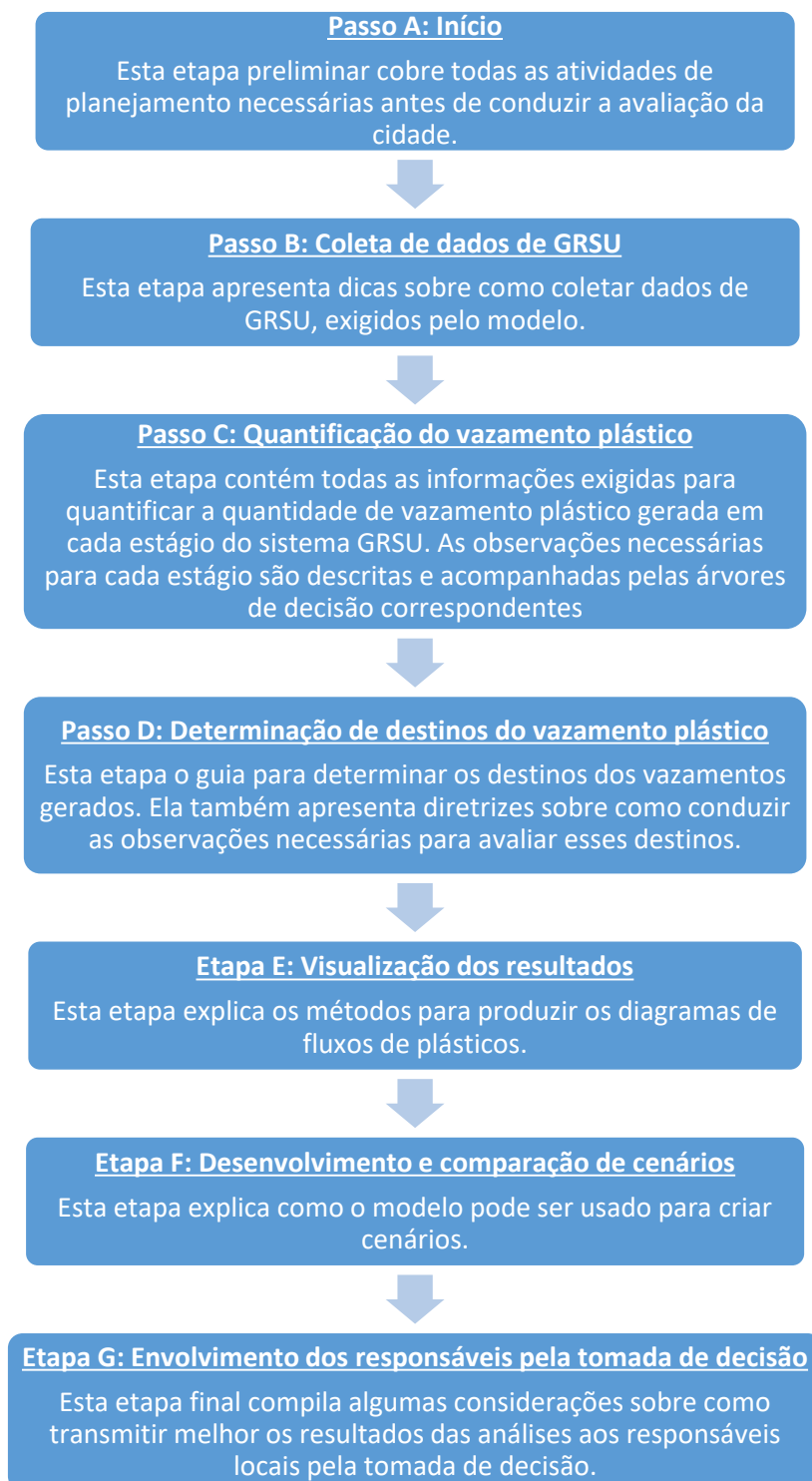


Figura 7: Etapas do Diagrama de Fluxo de Resíduos

Passo A: Início

A1 Definição do limite do sistema

Ao definir o limite do sistema, é preciso ter cuidado para que ele não seja muito grande para capturar adequadamente as variações no gerenciamento de resíduos. Ao mesmo tempo, que não seja muito estreito para limitar o possível impacto das intervenções. **Recomenda-se que o limite do sistema seja definido no nível municipal.** Em casos em que os provedores de serviços incluem áreas fora do limite municipal oficial, e o resíduo gerado nessas áreas não possa ser separado da corrente de resíduos principal, essas áreas também devem ser contabilizadas na avaliação.

A2 Definição da abordagem para coleta de dados

Tenha em mente que antes de quantificar os vazamentos plásticos com DFR, as seguintes informações quantitativas do sistema GRSU precisam ser compiladas:

- 1) População
- 2) Geração de RSU per capita
- 3) Composição de RSU
- 4) Quantidade por material desviado da disposição para recuperação
- 5) Separação entre coleta formal e informal de recicláveis
- 6) Separação entre o serviço e a cadeia de valor quanto a materiais separados informalmente
- 7) Rejeitos de instalações de triagem formais e informais
- 8) Quantidade de materiais que serão descartados
- 9) Composição do resíduo descartado
- 10) Materiais extraídos de instalações de disposição
- 11) Nível de controle de instalações de triagem e disposição

A Tabela 4 na etapa B apresenta uma descrição de todos os pontos de dados exigidos para executar a avaliação de DFR. Idealmente, essas informações devem ser o mais atualizadas e confiáveis possível. A Figura 8 apresenta todas as situações possíveis com relação à disponibilidade dos dados de GRSU que os usuários podem encontrar ao fazer esta avaliação.



Figura 8: Cenários de disponibilidade de dados para usuários do DFR.

Se dados confiáveis e atualizados de GRSU não estiverem disponíveis, você pode escolher uma entre as quatro diferentes abordagens apresentadas na Tabela 1, solicitadas com base na preferência.

Tabela 1: Abordagens para coleta de dados para avaliação DFR

Abordagem	Descrição
1 Coleta de dados primários	<p>Esta é a opção preferida.</p> <p>Nesses casos, recomendamos a metodologia do indicador ODS 11.6.1, que mede todo o resíduo sólido urbano coletado e tratado em instalações controladas com relação ao total de resíduos gerados pelas cidades.</p> <p>Consulte a seção “Etapa B: Coleta de Dados de GRSU”</p>
2 Dados de municípios próximos	<p>Caso dados confiáveis de municípios próximos estiverem disponíveis, você pode presumir que a situação é muito semelhante em seu estudo de caso e usar os mesmos dados. No entanto, essa opção só pode funcionar para alguns pontos de dados específicos, como geração per capita de RSU (2), composição do RSU gerado (3), composição do resíduo descartado (8) e percentual de rejeitos (6). Alguns dos outros pontos de dados devem se originar do estudo de caso: população (1), triagem entre coleta informal e formal (4), quantidade de materiais desviados para recuperação (5), quantidade de RSU descartado (7).</p> <p>Observação: A mistura de dados de diferentes municípios pode levar a resultados enganosos. Por exemplo, usar dados de composição para RSU gerados e descartados que se originam de dois municípios diferentes, pode resultar em quantidades maiores de uma determinada fração na disposição do que na geração.</p>
3 Valores padrão	<p>A terceira opção é usar valores padrão de bancos de dados existentes (Kaza et al., 2018, Wilson et al., 2015). No entanto, essa abordagem pode ser aplicada somente em alguns pontos de dados (2, 3).</p>
4 Sem atualização	<p>Como uma quarta opção, você pode usar dados desatualizados ou não confiáveis.</p>

Usuários que precisam de melhores dados devem avaliar seus recursos (ou seja, tempo, meios financeiros e trabalho) e escolher uma das abordagens mencionadas acima. A confiabilidade dos dados deve ser avaliada pelo usuário e inserida na planilha de “Entrada de dados iniciais”, como discutido na seção 3.

A3 Engajamento com parceiros locais

Antes de iniciar o trabalho de campo, é altamente recomendado contatar parceiros locais com bom entendimento da situação de gerenciamento de resíduos local. Idealmente, isso deve ser planejado com boa antecedência. Dois a três meses é o período mínimo recomendado para acionar os interessados locais e organizar o trabalho de campo.

Essa etapa atende os seguintes objetivos:

- Se familiarizar com a metodologia DFR num estágio inicial
- Adquirir um sólido entendimento do contexto local
- Preparar um programa experimental para a avaliação de campo
- Coordenar quaisquer permissões e formalidades possivelmente necessárias

A4 Requisitos de tempo

O tempo exigido para a coleta de dados depende em grande parte dos fatores apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Fatores que influenciam os requisitos de tempo para a coleta de dados

Fator	Descrição
1 Disponibilidade dos dados de GRSU	A disponibilidade de dados confiáveis e atualizados permite que os usuários pulem o exercício da coleta de dados de GRSU. Apenas as instruções de DFR precisarão ser concluídas.
2 Complexidade do sistema de GRSU	<p>Se a coleta de dados primários for necessária, a complexidade de um sistema GRSU influencia a duração da avaliação. A complexidade neste caso está relacionada a dois aspectos:</p> <p>1) Número de fornecedores de serviços ativos: Isso muitas vezes se correlaciona proporcionalmente ao tamanho do estudo de caso. Um estudo de caso com mais de cinco provedores de serviços de coleta formais para RSU mistos pode ser considerado complexo.</p> <p>2) Presença do setor informal: Estudos de caso nos quais RSU misto é coletado informalmente em partes da cidade podem ser considerados complexos. Se o setor informal fornece uma grande parte dos materiais processados pela cadeia de valor, o caso também pode ser considerado complexo.</p>
3 Abordagem da coleta de dados	Se os dados não estiverem disponíveis, é preciso reservar tempo suficiente para o exercício da coleta de dados de GRSU. A escolha de uma das abordagens mostradas na Tabela 1 influencia grandemente a duração da avaliação geral.

A Tabela 3 mostra as diferentes exigências de tempo e recursos para cada cenário possível.

Tabela 3: Exigências de tempo e tamanho aproximado da equipe durante a avaliação da cidade

Dados de GRSU	Complexidade	Abordagem da coleta de dados	Método	Tempo e tamanho da equipe*
Disponível	N/A	N/A	N/A	1 semana
				1 especialista em GRS
Não disponível	Complexo	Coleta de dados primários	ODS 11.6.1	1 mês
				3 - 6 pessoas*
		Municípios próximos	Entrevistas	2 semanas
			Busca na literatura	1 - 2 pessoas
	Padrão	Entrevistas	2 semanas	
		Busca na literatura	1 - 2 pessoas	
	Não complexo	Coleta de dados primários	ODS 11.6.1	2 semanas
				2 - 4 pessoas*
		Municípios próximos	Entrevistas	1 semanas
			Busca na literatura	1 - 2 pessoas
Padrão	Entrevistas	1 semanas		
	Busca na literatura	1 - 2 pessoas		

* Isso exclui ajudantes necessários para os exercícios de composição de resíduos relacionados ao resíduo domiciliar e ao resíduo descartado (para orientação, consulte a metodologia ODS 11.6.1).

Passo B: Coleta de Dados de GRSU

Esta seção delinea as exigências de dados necessárias para executar o DFR. Caso pretenda avaliar um estudo de caso complexo, você pode ser desencorajado pela longa lista de itens necessários. Não entre em pânico. A partir de uma perspectiva metodológica, a maioria desses itens são simples de se obter. Os maiores obstáculos para compilar essas informações são tempo e uma equipe. Nós o encorajamos a tentar!

A metodologia publicada pela UN-Habitat sobre como medir o indicador ODS 11.6.1 (UN-Habitat, 2020) será de grande ajuda se você decidir conduzir a coleta de dados primários. Isso inclui as etapas e os materiais (ex., questionários) necessários para medir a maioria dos pontos de dados necessários para executar o DFR. Este manual do usuário descreve as etapas necessárias para calcular todos os pontos de dados remanescentes.

Tabela 4: Pontos de dados necessários para a avaliação do DFR

	Ponto de dados	Relacionado ao ID da Entrada de Dados Iniciais do DFR	Descrição	Método
1	População	1	População total do estudo de caso (ou seja, cidade, município, área metropolitana) Unidade: Pessoas	ODS 11.6.1
2	Geração de resíduos sólidos urbanos per capita	2	Essa geração per capita deve considerar todas os fluxos de RSU (ou seja, resíduo domiciliar, resíduo comercial e resíduo institucional. Consulte a seção de definições). Unidade: kg/capita/dia	ODS 11.6.1
3	Composição dos resíduos sólidos urbanos	3,1 - 3,6	Composição do total de RSU gerado dentro do estudo de caso. Verifique a Seção B1 para mais detalhes. Unidade: peso-%	ODS 11.6.1
4	Quantidade por material desviado da disposição para recuperação	5,1 – 5,6 6,1 – 6,6 7,1 – 7,6	Quantidade aproximada por tipo de material que é desviada para qualquer opção de recuperação, incluindo recuperação de energia. Unidade: Toneladas/dia	ODS 11.6.1
5	Separação entre coleta formal e informal para recuperação	6,1 – 6,6 7,1 - 7,6	Para cada tipo de material coletado para recuperação (ou seja, separado), a % da porção separada pelo setor informal deve ser calculada. Unidade: % do material total X recuperado	Consulte a Seção B2
6	Rejeitos de instalações de triagem formais e informais	12.1 e 13.1	% aproximada da porção do material de entrada que é rejeitado. Unidade: % de plástico coletado formalmente / informalmente	Consulte a Seção B3
7	Resíduos coletados pela cadeia informal de serviços	8,2	Esse ponto de dados avalia o quão ativa é a cadeia informal de serviços na área de estudo. Para isso, os	Consulte a Seção B4

			<p>serviços informais de coleta são comparados aos serviços formais de coleta, com a população coberta por cada um deles. Uma aproximação apropriada a ser usada para estabelecer a quantidade de resíduos coletados por cada um. Esse ponto de dados é ainda usado no modelo DFR para calcular quanto dos resíduos coletados pelo setor informal para recuperação é derivado da cadeia informal de serviços em comparação à cadeia informal de valor. Isso é feito aplicando-se um procedimento de normalização, como explicado na Seção B3.</p> <p>Unidade: % de resíduos coletados pela cadeia informal de serviços em comparação a toda a cadeia de serviços</p>	
8	Quantidade de materiais que vão para instalações de disposição	4,1 – 4,6	<p>Quantidade total de RSU descartado em todas as instalações de disposição dentro do estudo de caso.</p> <p>Unidade: Toneladas/dia</p>	ODS 11.6.1
9	Composição do resíduo descartado nas instalações de disposição	4,1 – 4,6	<p>Composição do RSU descartado, que foi gerado dentro do estudo de caso.</p> <p>Unidade: % de cada material em relação ao total</p>	ODS 11.6.1
10	Materiais extraídos de instalações de disposição	N/A	<p>Isso representa quantidades por material coletado de instalações de disposição pela cadeia informal de valor.</p> <p>Recicláveis extraídos de instalações de disposição são contabilizados duas vezes, como quantidade descartada e também como quantidade recuperada. Como consequência, eles precisam ser subtraídos da quantidade descartada para evitar que sejam contados duas vezes.</p> <p>Unidade: Toneladas/dia</p>	ODS 11.6.1
11	Nível de controle de instalações de triagem e disposição	9,1 – 9,3	<p>O nível de controle das instalações de triagem e disposição pode ser avaliado para completar a avaliação ODS 11.6.1. Não exigido para a avaliação de vazamento plástico.</p>	ODS 11.6.1

A partir de todos os pontos de dados necessários, três não são cobertos na metodologia ODS 11.6.1 e são explicados abaixo:

B1: Ponto de dados 3 – Composição dos resíduos sólidos urbanos

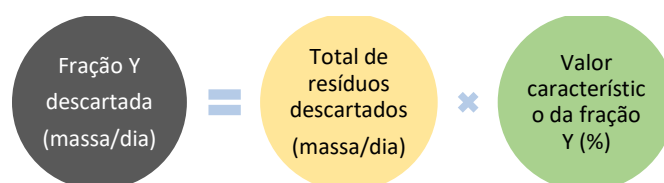
Esta seção explica as exigências de dados e as etapas para calcular a composição do total de RSU gerado. Este método é particularmente recomendado para cidades cujos dados de RS foram obtidos pela avaliação ODS 11.6.1. Essa avaliação mede a composição do resíduo domiciliar e do resíduo descartado. No entanto, ela não mede a composição do total de RSU gerado.

Como explicado no capítulo de definição, RSU consiste não apenas de resíduo domiciliar, mas também resíduo comercial e institucional (RCI). A avaliação ODS 11.6.1 não mede a composição de RCI (ou seja, resíduo de RSU não domiciliar). Como consequência, uma etapa adicional de cálculo é necessária ao calcular a composição do total de RSU gerado. Isso é explicado aqui. Abaixo listamos as informações necessárias. Todos esses parâmetros podem ser obtidos pela avaliação ODS 11.6.1:

- População total
- Geração domiciliar per capita
- Dados de composição domiciliar
- Total de RSU recuperado por fração de material
- Total da quantidade de RSU descartado
- Composição de RSU descartado
- Quantidade extraída de centros de disposição por fração de material (se disponível)

Nas linhas a seguir, as etapas para calcular os valores de composição do total de RSU gerado estão numeradas. Em todas as etapas faremos referência à Tabela 5. Essa tabela agrupa todas as informações necessárias para o cálculo.

1. **Obtenção das quantidades recuperadas por fração:**
 - a. Os pontos de dados exigidos são obtidos como explicado na Etapa 4 da avaliação ODS 11.6.1.
 - b. Insira os valores na Linha 1 da Tabela 5.
2. **Cálculo das quantidades descartadas por fração:**
 - a. Esse valor é calculado pela fórmula abaixo.
 - b. O resíduo total descartado é obtido como explicado na Etapa 5 da avaliação ODS 11.6.1.
 - c. A composição do resíduo descartado é obtida como explicado na Etapa 6 da avaliação ODS 11.6.1. Se caminhões de bairros de rendas diferentes foram usados para a medição, use os valores de composição do nível de renda com a porção mais alta da população, ou tire uma média.
 - d. Insira os valores na Linha 2 da Tabela 5.

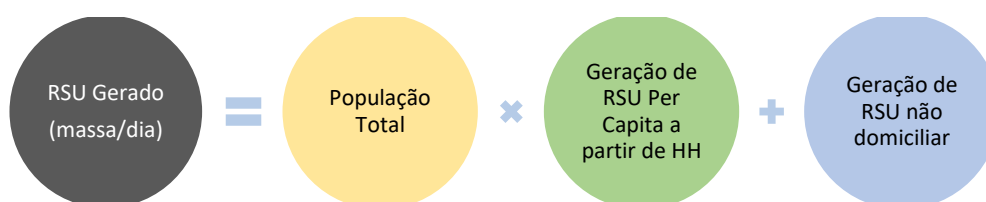


3. **Cálculo da quantidade de RSU não coletado:**

- a. Esse valor é calculado pela fórmula abaixo.

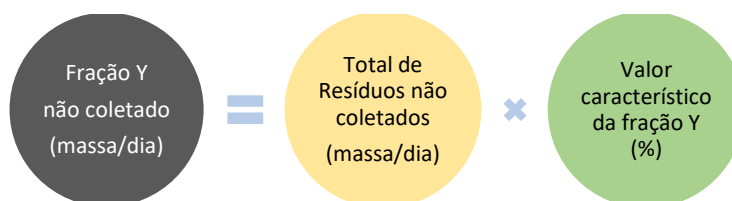


- b. Quantidade total de RSU gerado (t/ano). Esse valor é calculado pela fórmula abaixo.
 c. Quando o RSU não domiciliar (ou seja, RCI) é desconhecido, a seguinte aproximação pode ser usada: RCI representa 30% do total de MSW gerado.
 d. A ferramenta de DFR calcula isso automaticamente. Esse número pode ser encontrado na planilha “Resumo dos resultados”.



4. Cálculo das quantidades não coletadas por fração:

- a. Esse valor é calculado pela fórmula abaixo.
 b. Use os dados de composição do resíduo domiciliar, que são obtidos como explicado na Etapa 2 da avaliação ODS 11.6.1.
 c. Insira os valores na Linha 3 da Tabela 5.



5. Obtenção de quantidades extraídas de centros de disposição por fração:

- a. Se disponível, obter essa informação como explicado na Etapa 5 da avaliação ODS 11.6.1.
 b. Insira esses valores na Linha 4 da Tabela 5.

6. Síntese das quantidades totais por fração:

- a. Calcule as quantidades totais por fração usando as fórmulas preenchidas na Linha 5 da Tabela 5.

7. Cálculo dos valores de composição do MSW total:

- a. Calcule os valores de composição usando as fórmulas mostradas na Linha 6 da Tabela 5.

Para obter a composição do MSW, os seguintes dados são necessários.

Tabela 5: Exigências de dados e métodos para calcular a composição de MSW a partir dos dados da avaliação ODS 11.6.1.

	Papel/papelão.	Plásticos	Vidro	Metal	Outras	Orgânicos	Total
1 RSU recuperado (massa/dia)	PC_D	P_D	G_D	M_D	O_{tD}	O_D	T_D
2 RSU descartado (massa/dia)	PC_R	P_R	G_R	M_R	O_{tR}	O_R	T_R
3 RSU não coletado (massa/dia)	PC_U	P_U	G_U	M_U	O_{tU}	O_U	T_U
4 Extraído de centros de disposição <i>(se disponível)</i>	PC_{ED}	P_{ED}	G_{ED}	M_{ED}	O_{tED}	O_{ED}	T_{ED}
5 RSU total	$PC_T = PC_D + PC_R + PC_U - PC_{ED}$	$P_T = P_D + P_R + P_U - P_{ED}$	$G_T = G_D + G_R + G_U - G_{ED}$	$M_T = M_D + M_R + M_U - M_{ED}$	$O_{tT} = O_{tD} + O_{tR} + O_{tU} - O_{tED}$	$O_T = O_D + O_R + O_U - O_{ED}$	$T_T = T_D + T_R + T_U - T_{ED}$
6 Composição de RSU	$(PC_T/T_T) \cdot 100$	$(P_T/T_T) \cdot 100$	$(G_T/T_T) \cdot 100$	$(M_T/T_T) \cdot 100$	$(O_{tT}/T_T) \cdot 100$	$(O_T/T_T) \cdot 100$	100%

B2: Ponto de dados 5 - Separação entre coleta formal e informal de recicláveis

A metodologia do ODS 11.6.1 envolve a condução de entrevistas detalhadas com empresas de recuperação. Os dados sobre quanto dos materiais se originam dos setores formal ou informal devem ser idealmente obtidos neste estágio. Assegure-se de que você entreviste os principais operadores por material de acordo com as instruções fornecidas em ODS 11.6.1.

A maioria das instalações de recuperação sabe quem fornece materiais para elas. Muitas vezes elas podem até mesmo dizer quanto dos materiais se originam de fornecedores que são abastecidos pelo setor informal. Ao entrevistá-las, peça para elas fornecerem um percentual estimado de quanto de cada processo de material foi originado no setor informal. Com base nesse percentual, você pode calcular os fluxos de massa para cada origem combinando ao ponto de dados 4 e inserindo esses valores calculados no modelo.

Se não for possível obter esses dados como definido acima, há duas opções alternativas:

- 1) Designar um percentual de palpite do especialista (opinião preferida); ou
- 2) Designar 100% dos materiais separados para recuperação para os setores formal ou informal.

Escolher a segunda opção levará a algumas consequências importantes: A contribuição do outro setor para a cadeia de valores seria totalmente desconsiderada. Todos os vazamentos seriam designados a esse setor, limitando a capacidade da ferramenta em informar futuras medidas de mitigação.

B3: Ponto de dados 6 - Rejeitos de instalações de triagem formais e informais

Para determinar o vazamento plástico das instalações de triagem, você deve entender quantos rejeitos são gerados e como eles são tratados depois. O modelo considera dois desses fluxos de vazamento: um para instalações informais de triagem e outro para instalações formais.

O primeiro passo é identificar as instalações formais e informais de triagem dentro do estudo de caso. Isso faz parte do estágio de entrevista, como descrito na seção anterior. Em estudos de caso com baixo nível de complexidade, isso pode ser bem simples; no entanto, em grandes cidades, isso pode ser mais complicado. No último caso, você deve incluir algumas etapas adicionais à metodologia ODS 11.6.1. O DFR tem como objetivo o primeiro nível de triagem que ocorre antes que esses materiais cheguem até as instalações de recuperação. No entanto, a avaliação de ODS 11.6.1 olha apenas para essas instalações de recuperação, que representam a última etapa da cadeia de valor presente nos limites do sistema do estudo de caso. Elas são normalmente instalações de reciclagem ou de exportação. Ao seguir o ODS 11.6.1 e entrevistar as instalações de recuperação, você deve incluir as etapas a seguir ao olhar para a cadeia de valor:

- **Identifique os fornecedores das instalações de recuperação:** Durante as entrevistas com grandes instalações de recuperação, tente identificar quem fornece os materiais. Anote o nome dos principais fornecedores, seus números de telefone e se eles operam como uma instituição formal ou informal.
- **Contate alguns deles:** Você notará que quanto mais próximo fica da fonte dos materiais, mais participantes estão envolvidos. Recomendamos que você ligue ou visite alguns que melhor representam o mercado geral.
- **Obtenha a porção percentual de rejeitos e seu destino:** Nas ligações ou nas visitas você deve obter duas informações:
 - 1) A porção percentual de rejeitos gerados em oposição à quantidade processada por eles;
 - 2) O gerenciamento de rejeitos da instalação.
- **Calcule a média.** Obtenha a porção média de rejeitos para cada tipo de instalação com base nas instalações de triagem que você visitou ou ligou. É possível obter um valor diferente para instalações formais e informais.

B4: Ponto de dados 7 - Coleta pela cadeia informal de serviços em comparação aos serviços formais de coleta

Este ponto de dados avalia a quantidade de material coletado pela cadeia formal de serviços em comparação à cadeia informal de serviços. Como pode ser difícil obter essa informação, o DFR recomenda o uso de uma aproximação: o percentual da população atendida por serviços informais de coleta de resíduos em comparação aos serviços formais de coleta. Esse percentual pode ser calculado avaliando-se onde estão operando os serviços informais e formais de coleta de resíduos. Se os agentes locais relatarem não estar cobrindo partes da cidade (ou seja, assentamentos informais), o usuário deve visitar essas áreas e observar como os resíduos são coletados ali. Conduza pequenas entrevistas para descobrir se organizações comunitárias (OC) ou outro serviço de coleta está operando informalmente. Se esse for o caso, calcule o percentual da população que vive na área e use isso para este ponto de dados. Se não houver nenhum desses serviços informais de coleta de resíduos, então a entrada de dados deve ser zero.

O DFR usa essas informações para calcular quanto dos resíduos coletados pelo setor informal de recuperação (F9) veio da cadeia informal de serviços em comparação à cadeia informal de valor. Ele faz isso normalizando o valor inserido até um máximo de 80% de forma a considerar o fato de que a cadeia informal de valor está sempre presente junto com a cadeia de serviços, não importando o quanto forte a cadeia informal de serviços seja. Por exemplo, se você inserir que 100% da coleta de RSU é realizada pela cadeia informal de serviços, isso designaria 80% dos resíduos coletados pelo setor informal para recuperação (F9) para a cadeia informal de serviços e os 20% restantes para a cadeia informal de valor. Da mesma forma, se você inserir que 50% dos serviços de coleta são realizados pela cadeia informal de serviços, isso resultaria no fato de que 40% dos resíduos coletados pelo setor informal para recuperação viria da cadeia informal de serviços e o restante da cadeia informal de valor.

Passo C: Quantificação do vazamento plástico

Assim que as informações do sistema GRSU forem compiladas, a próxima etapa é quantificar o resíduo plástico que vaza de cada estágio do sistema GRSU para o meio ambiente. A metodologia por trás dessa quantificação é a seguinte:

- 1) **Estágios de GRSU:** Um sistema GRSU é composto por diferentes estágios, a saber: geração, coleta, triagem, transporte e disposição de resíduos. Em cada um desses estágios, o plástico pode vazar para o meio ambiente. No caso dos geradores, esse vazamento plástico é contabilizado como não coletado pelo DFR.
- 2) **Influenciadores de vazamento:** Para cada estágio, o DFR considera um conjunto de aspectos ou influenciadores de vazamento relacionados à infraestrutura e às práticas que influenciam o possível vazamento de plástico desse estágio. Cada estágio do GRSU possui diversos influenciadores de vazamento, normalmente entre 3 e 5.
- 3) **Níveis de potencial de vazamento:** Cada influenciador de vazamento possui diferentes níveis de potencial de vazamento: nenhum, baixo, médio, alto ou muito alto.
- 4) **Fatores de vazamento:** Cada nível de potencial de vazamento é acompanhado por um fator de vazamento. Os fatores de vazamento são fatores de opinião de especialistas que representam a porção percentual de plásticos nesse estágio particular do sistema GRSU que (poderia) vazar no meio ambiente. Tabelas descritivas são apresentadas nesta seção do manual do usuário para cada estágio do sistema GRSU e para cada influenciador de vazamento. O usuário deve conduzir avaliações baseadas em observação para determinar qual descrição corresponde melhor à infraestrutura em terra e às práticas de gerenciamento de resíduos.
- 5) **Árvores de decisão de vazamento:** Para conveniência, todos os influenciadores de vazamento, seus diferentes potenciais de vazamento e fatores de vazamento correspondentes são organizados em árvores de decisão. Há uma árvore de decisão para cada estágio do sistema GRSU.
- 6) **Percentual combinado de vazamento:** Cada árvore de decisão também contém uma fórmula que mostra como os fatores de vazamento designados para cada influenciador de vazamento são combinados para calcular o percentual de vazamento combinado. A forma como esses fatores de vazamento são combinados depende de sua interdependência. Fatores que pertencem a influenciadores dependentes serão multiplicados, enquanto fatores de vazamento de influenciadores independentes serão somados.
- 7) **Vazamento plástico:** O DFR calcula a massa total de plástico que vaza de cada estágio do sistema GRSU multiplicando os percentuais de vazamento combinado pela quantidade total de plástico que se move por esse estágio.
- 8) **Vazamento plástico total:** O vazamento plástico total representa a soma de vazamentos plásticos de todos os estágios do sistema GRSU. Quando combinado ao resíduo não coletado, chega-se ao resíduo não tratado.
- 9) **Vazamento plástico total na terra/boca de lobo/queimada/água:** Os destinos de vazamento plástico são, então, determinados como discutido na Etapa D.

Neste capítulo, vamos cobrir cada estágio do sistema GRSU individualmente, no qual influenciadores de vazamento, seus níveis de potencial de vazamento e fatores de vazamento e descrições associadas serão descritos. Um exemplo da avaliação de influenciadores de vazamento para o caso de transporte é apresentado no Anexo 2, enquanto um exemplo dos centros de disposição é explicado no pacote de treinamento on-line que acompanha.

Observação: Os influenciadores de vazamento listam a infraestrutura e as práticas para cada processo que impacta a quantidade de plásticos lançados no meio ambiente. Leia as descrições e escolha aquela que melhor descreve o gerenciamento de resíduos em sua cidade. No entanto, dentro de um estudo de caso como uma grande cidade, a infraestrutura e as práticas muitas vezes variam de maneira considerável. Nesse caso, o usuário deve escolher a descrição que melhor corresponde à situação **comum** dentro de sua cidade.

C1: Vazamento plástico de serviços de coleta

O vazamento de plástico de serviços de coleta (F12) se refere ao plástico que escapa do sistema de gerenciamento de resíduos enquanto:

- 1) está sendo armazenado e aguarda os serviços de coleta;
- 2) está sendo carregado no veículo de coleta;
- 3) está no transporte primário.

A coleta de resíduos é normalmente o aspecto mais caro do GRSU, em grande parte devido ao fato de precisar coletar regularmente os resíduos de muitos pontos dispersos em toda a cidade. Isso normalmente começa com residentes e empresas descartando seus resíduos nos recipientes de coleta, que por sua vez são coletados pelo serviço de coleta. Quanto mais recipientes de coleta presentes, mais fácil é para os residentes descartarem seus resíduos, ainda assim isso também aumenta o tempo e o custo para os serviços de coleta. Devido à natureza ampla de operações e despesas associadas, a infraestrutura e as práticas de coleta de resíduos muitas vezes variam de maneira considerável. Sem investimento significativo, é provável que grande parte dessa infraestrutura sofra com níveis inadequados de contenção de resíduos, dilapidação ao longo do tempo, bem como possível mau uso pelos residentes.

Além disso, a coleta de resíduos exige que serviços de coleta carreguem os resíduos armazenados para dentro dos veículos de transporte. Dependendo da infraestrutura envolvida, isso pode constituir uma tarefa manual ou ser amplamente automatizado. O resíduo também pode ter que passar por uma série de estágios de agregação para obter uma quantidade suficiente para transporte até tratamento e disposição. Esses primeiros estágios de coleta e agregação são conhecidos como transporte primário, enquanto a subsequente transferência para tratamento e disposição é conhecida como transporte secundário. Embora essa transferência repetida e agregação de resíduos possa fazer sentido na prática, o movimento repetido e o manuseio múltiplo do resíduo também pode impactar a quantidade de plástico que pode escapar para o meio ambiente.

Considerando o disposto acima, costuma-se acreditar que a coleta de resíduos contribua muito para o plástico não tratado no meio ambiente. Embora esses vazamentos dos serviços de coleta sejam muitas vezes pequenos em comparação ao volume total de resíduo que está sendo coletado, a ampla natureza da coleta significa que esses vazamentos têm potencial de somar números significativos.

A árvore de decisão para os serviços de coleta apresentando todos os influenciadores de vazamento, seus níveis de potencial de vazamento e os fatores de vazamento correspondentes é mostrada na Figura 9. Da mesma forma, as tabelas descritivas nas quais as avaliações de observação devem ser fundamentadas compreendem as Tabelas 6 - 9.

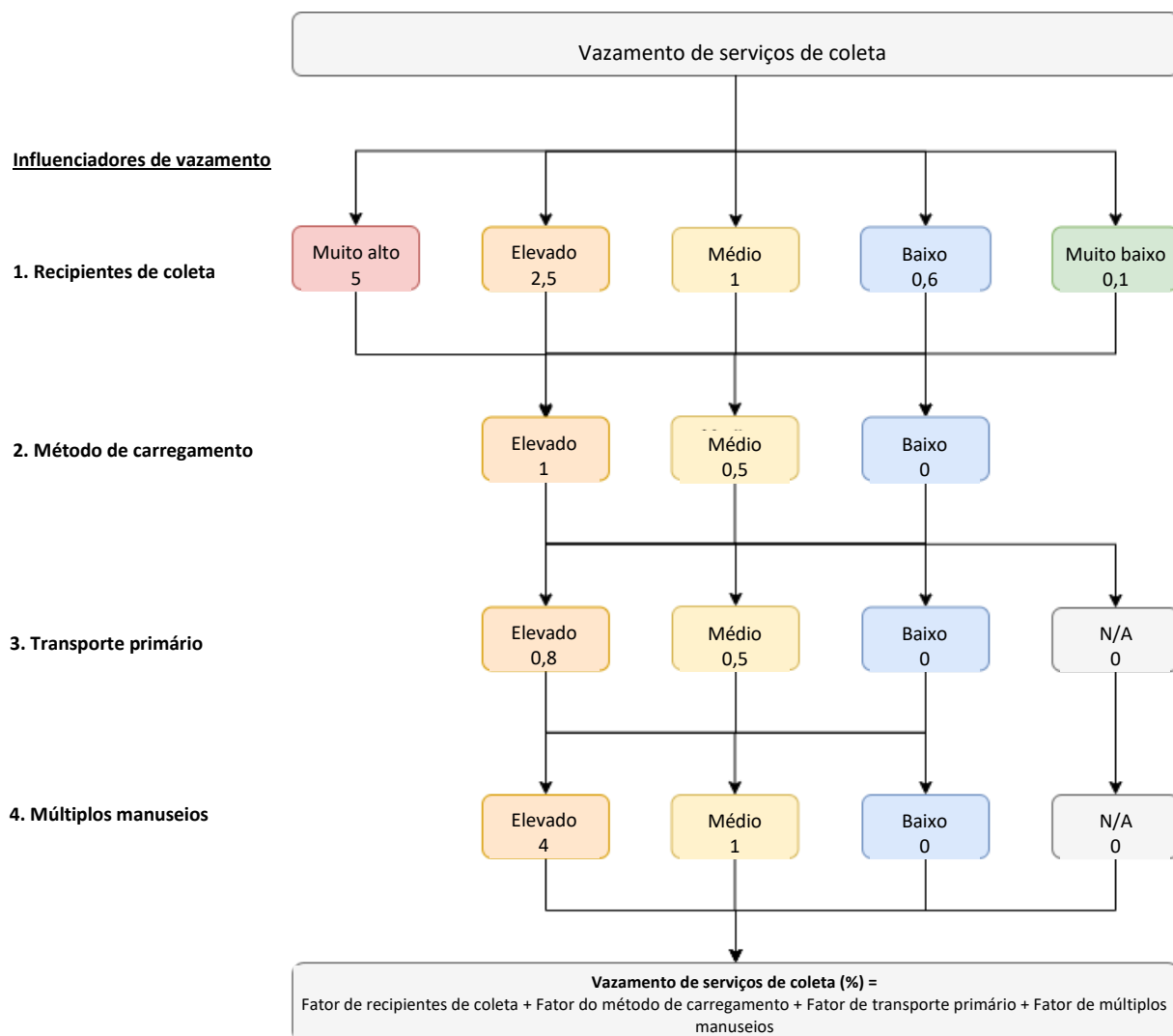


Figura 9: Árvore de decisão e cálculos de vazamento para serviços de coleta

Recipientes de coleta

Tabela 6: Nível potencial de vazamento para o influenciador “recipientes de coleta”

Potencial de vazamento	Descrição	Fator de vazamento
Muito alto	Grande parte do resíduo é armazenado no exterior fora de qualquer recipiente dedicado (ex., centros de destinação/descarte temporário). A frequência de coleta é muito baixa em comparação ao que é exigido. O serviço muitas vezes está atrasado além da frequência mínima. Grande parte do resíduo é descartado solto.	5
Elevado	Os recipientes estão disponíveis na maioria dos bairros, mas não em todos. Mas eles são abertos para o ambiente (sem tampas / laterais com aberturas), exibem altos níveis de danos e/ou são facilmente acessíveis a animais. A capacidade das lixeiras pode ser insuficiente para a quantidade de resíduos ou difícil de acessar; assim, lixo jogado ao redor do recipiente de coleta é comum. A frequência de coleta é baixa em comparação ao que é exigido. O serviço, muitas vezes, está atrasado além da frequência mínima. Pequenas quantidades de resíduos são descartadas em sacolas.	2,5
Médio	Recipientes estão disponíveis em muitos bairros, mas não em todos. Os recipientes de armazenamento são abertos para o ambiente	1

	(sem tampas / laterais com aberturas), mostram baixos níveis de dano e não são facilmente acessíveis a animais. A capacidade das lixeiras é geralmente suficiente para a quantidade de resíduos, porém pode ocorrer de um pouco de lixo ser jogado ao redor do recipiente de coleta. A frequência de coleta é um pouco baixa em comparação ao que é exigido. O serviço ocasionalmente está atrasado além da frequência mínima. O resíduo é ocasionalmente descartado em sacolas.	
Baixo	Os recipientes estão disponíveis em todos os bairros, mas normalmente são abertos para o ambiente (sem tampas / laterais com aberturas), mostram baixos níveis de dano e não são facilmente acessíveis a animais. A capacidade das lixeiras é geralmente suficiente para a quantidade de resíduos, porém pode ocorrer de uma pequena quantidade de lixo ser jogado ao redor do recipiente de coleta. A frequência de coleta é adequada em comparação ao que é exigido. O serviço muito ocasionalmente está atrasado além da frequência mínima. O resíduo é comumente descartado em sacolas.	0,6
Muito baixo	Os recipientes estão disponíveis em todos os bairros e fechados para o ambiente (com tampas e laterais bem fechadas), mostram baixos níveis de dano e não são facilmente acessíveis a animais. A capacidade das lixeiras é suficiente para a quantidade de resíduos, com pouco ou nenhum lixo jogado ao redor do recipiente de coleta. Alternativamente, o resíduo é mantido em local fechado antes da coleta formal. A frequência de coleta é adequada em comparação ao que é exigido. O serviço raramente está além da frequência mínima. O resíduo é predominantemente descartado em sacolas.	0,1

Método de carregamento

Tabela 7: Nível potencial de vazamento para o influenciador “método de carregamento”

Potencial de vazamento	Descrição	Fator de vazamento
Elevado	A maior parte do resíduo precisa ser carregado manualmente nos veículos com pás / carrinhos de mão / máquinas pesadas. O resíduo é transferido para o veículo de coleta a partir de um recipiente / local de coleta fixo.	1
Médio	A maior parte do resíduo deve ser carregado manualmente para os veículos; no entanto, os recipientes de armazenamento são, em geral, portáteis e transportados para o veículo de coleta de resíduos com o resíduo ainda dentro.	0,5
Baixo	A maior parte do resíduo é carregada usando sistemas automatizados. Os recipientes de armazenamento são portáteis e transportados até o veículo de coleta de resíduos com o resíduo ainda dentro.	0

Transporte primário

Tabela 8: Nível potencial de vazamento para o influenciador “transporte primário”

Potencial de vazamento	Descrição	Fator de vazamento
Elevado	A maioria dos veículos de transporte primário tem uma capacidade pequena (<5m ³) e normalmente trabalha acima de sua capacidade. O recipiente dos veículos é aberto para o ambiente (sem cobertura / laterais com abertura), permitindo que o resíduo escape facilmente. O veículo é movido por opções de baixa tecnologia, tais como força humana/animal, ou pequenos motores (isto é, motocicletas). A separação pode ocorrer dentro do veículo de transporte.	0,8
Médio	A maioria dos veículos de transporte primário tem uma capacidade média a grande (>5m ³), mas ocasionalmente trabalha acima de sua capacidade. O recipiente dos veículos é normalmente aberto para o ambiente (sem cobertura / laterais com abertura), permitindo que o	0,5

	resíduo escape facilmente. A separação pode ocorrer dentro do veículo de transporte.	
Baixo	Todos os veículos de transporte primário são fechados para o ambiente (ou seja, cobertos), permanecem dentro de seu limite de capacidade e podem apresentar características avançadas, como mecanismos de compactação.	0
N/A*	Não há distinção entre coleta primária e secundária (ou seja, o resíduo coletado é imediatamente transferido para disposição)	0

* Em caso de transferência imediata para disposição, os vazamentos durante o transporte são calculados na árvore de decisão de transporte.

Múltiplos manuseios

Tabela 9: Nível potencial de vazamento para o influenciador “múltiplos manuseios”

Potencial de vazamento	Descrição	Fator de vazamento
Elevado	O resíduo coletado é transferido entre múltiplos veículos / pessoas com baixa frequência entre transferências (ou seja, longos tempos de espera). Não há instalação dedicada para a transferência de resíduos, com isso geralmente ocorrendo na lateral das ruas. A contenção do resíduo durante a transferência é ruim, normalmente sendo descarregado no chão antes de ser carregado no veículo de transporte secundário. Gerenciamento de centro ruim / não existente.	4
Médio	O resíduo coletado é transferido entre múltiplos veículos / pessoas com uma frequência normalmente curta entre as transferências. Há instalações dedicadas para a transferência de resíduos, embora a contenção do resíduo durante a transferência seja ruim, normalmente sendo descarregado no chão antes de ser carregado no veículo de transporte secundário. Em geral, o gerenciamento do centro é adequado.	1
Baixo	O resíduo coletado é adequadamente transferido entre múltiplos veículos / pessoas. Há instalações dedicadas para a transferência de resíduos com altos níveis de contenção de resíduos. O resíduo é transferido diretamente para veículos de transporte secundário ou armazenado em compartimentos designados. O gerenciamento do centro é bom.	0
N/A*	Não há distinção entre coleta primária e secundária (ou seja, o resíduo coletado é imediatamente transferido para disposição)	0

* Em caso de transferência imediata para disposição, os vazamentos durante o transporte são calculados na árvore de decisão de transporte.

C2: Vazamento de plástico da coleta de cadeia informal de valor

Os vazamentos plásticos durante a coleta de cadeia informal de valor (F13) se referem ao resíduo plástico que escapa do sistema de gerenciamento de resíduos enquanto:

- 1) está sendo coletado pela cadeia de valor do setor informal;
- 2) está sendo transportado pelo setor informal.

O setor informal de resíduos está ativo em muitas áreas do mundo. Embora a cadeia de serviços do setor informal seja coberta pelo fluxo F2 (serviços de coleta), o fluxo aqui se refere à cadeia de valor do setor informal. Isso está relacionado a indivíduos ou cooperativas não registrados e não licenciados que coletam resíduos materiais que têm valor para que eles os vendam subsequentemente.

A coleta pode ser feita porta a porta ou vasculhando o lixo, os pontos de coleta, as estações de transferência ou os aterros sanitários. Em alguns casos, a cadeia de valor do setor informal pode melhorar os vazamentos plásticos ao coletar plástico já no meio ambiente, enquanto, em outros casos, ela pode interferir na infraestrutura, causando a liberação de mais plástico (ou seja, revirando as lixeiras). Dentro do DFR, o efeito positivo é responsável por subtrair esse valor do resíduo não coletado, reduzindo assim o vazamento.

Após a coleta, os trabalhadores do setor informal normalmente precisam transportar o material para um local para triagem ou venda do material. Esse transporte pode envolver a contenção inadequada do resíduo e, assim, levar ao vazamento do plástico. A árvore de decisão e a tabela descritiva auxiliar na qual as avaliações de observação devem ser fundamentadas são mostradas na Figura 10 e nas Tabelas 10 - 11, respectivamente.

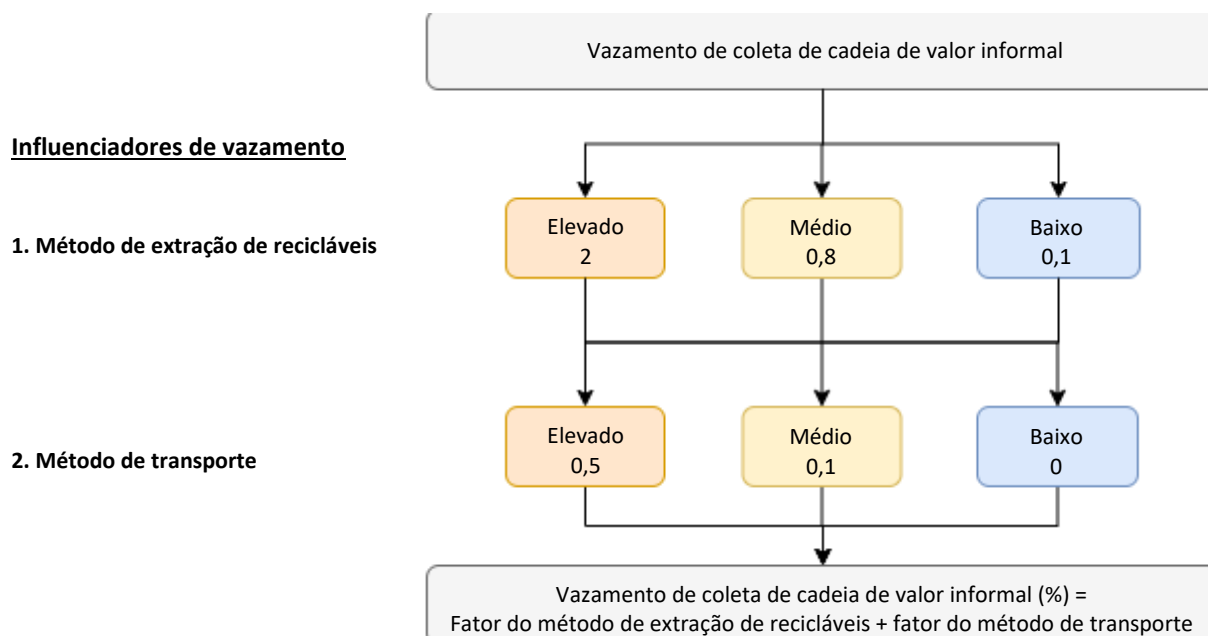


Figura 10: Árvore de decisão e os cálculos do vazamento para coleta de cadeia informal de valor.

Método de extração de recicláveis

Tabela 10: Nível potencial de vazamento para o influenciador “método de extração de recicláveis”

Potencial de vazamento	Descrição	Fator de vazamento
Elevado	Observa-se que o setor informal causa uma significativa liberação de resíduos no meio ambiente durante a coleta em grande parte da cidade. Práticas como revirar as lixeiras para ter acesso a materiais de valor e descartar itens indesejados durante a coleta (tampas de garrafa, rótulos etc.) são comuns.	2
Médio	Observa-se que o setor informal causa uma moderada liberação de resíduos no meio ambiente durante a coleta. Práticas como revirar as lixeiras para ter acesso a materiais de valor e descartar itens indesejados durante a coleta (tampas de garrafa, rótulos etc.) ocorrem ocasionalmente.	0,8
Baixo	A maioria dos materiais plásticos é coletada separadamente da fonte. Observa-se que o setor informal causa pouca a nenhuma liberação de resíduos no meio ambiente durante a coleta. Práticas como revirar as lixeiras para ter acesso a materiais de valor e descartar itens indesejados durante a coleta (tampas de garrafa, rótulos etc.) são raras.	0,1

Método de transporte

Tabela 11: Nível potencial de vazamento para o influenciador “método de transporte”

Potencial de vazamento	Descrição	Fator de vazamento
Elevado	O resíduo plástico transportado é contido predominantemente de maneira inadequada (não em sacolas). A maior parte dos veículos trabalha acima da capacidade	0,5

Médio	O resíduo plástico transportado é ocasionalmente contido de maneira inadequada. Veículos acima da capacidade levando a vazamentos durante o transporte são intermitentes.	0,1
Baixo	A maior parte dos veículos usados para transportar resíduos plásticos é fechado para o ambiente (ou seja, coberto). A maior parte dos veículos permanece no limite de sua capacidade	0

C3: Vazamento plástico da triagem formal

Instalações formais de triagem facilitam uma ampla gama de possíveis tecnologias e processos. Dependendo de seu objetivo, uma combinação de diferentes estágios ou processos pode ser aplicada, incluindo outro processamento de materiais separados para aumentar sua qualidade e seu valor de mercado. No entanto, as instalações formais de triagem também lidam com quantidades significativas de resíduos que não são adequados para reciclagem. Esses rejeitos devem ser descartados pela instalação de triagem, que, se mal administrados, pode levar a uma grande liberação de plástico no meio ambiente. Enquanto isso, um pouco de plástico também pode vazar da instalação de triagem devido ao vento ou à rolagem pela superfície; acredita-se que isso seja de comparação insignificante e, portanto, é excluído desta análise. O vazamento de plástico de instalações formais de triagem (F14), portanto, considera as práticas de disposição de rejeitos plásticos a partir do processo de triagem, como mostrado na árvore de decisão na Figura 11. Uma tabela descritiva para descrever o tratamento de rejeitos é incluída na Tabela 12.

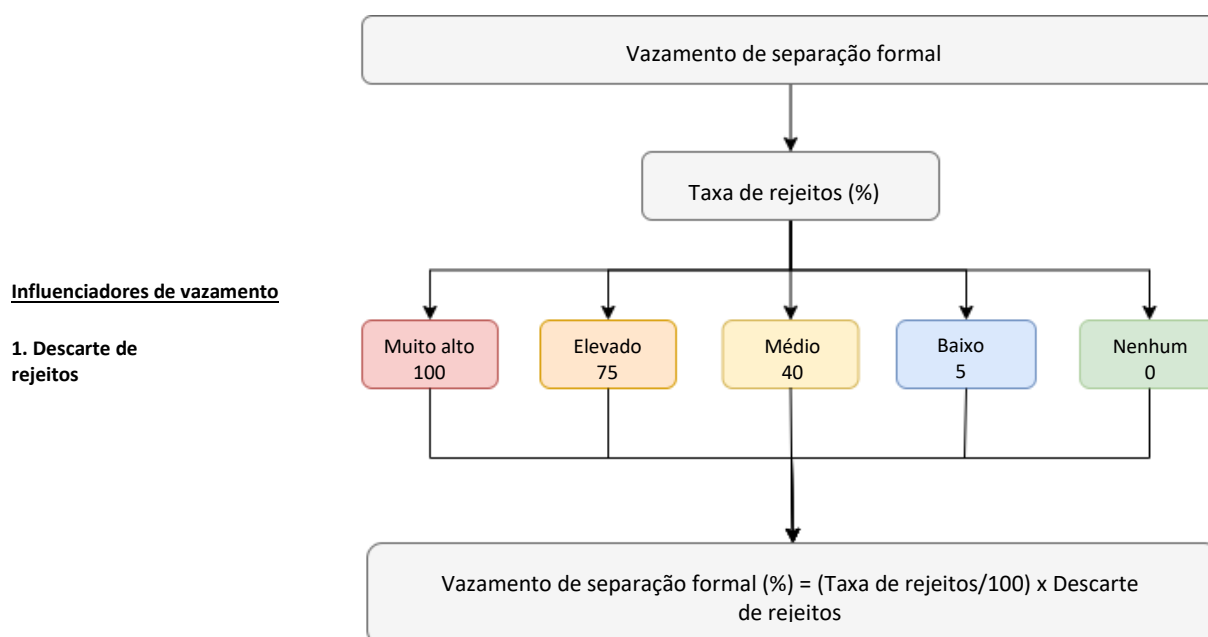


Figura 11: Árvore de decisão e cálculo dos vazamentos de instalações formais de triagem

Disposição formal de rejeitos

Tabela 12: Níveis de potencial de vazamento para o influenciador “disposição formal de rejeitos”

Potencial de vazamento	Descrição.	Fator de vazamento
Muito alto	Nenhuma das instalações de triagem descarta rejeitos de triagem no sistema formal de coleta. Há uma ausência completa de serviços formais. A disposição ou a queima a céu aberto frequente de rejeitos é amplamente difundido.	100
Elevado	Uma minoria das instalações de triagem descarta rejeitos de triagem no sistema formal de coleta. Há alguns recipientes formais ou pontos	75

	de disposição na área. Sabe-se que a disposição ou a queima de rejeitos a céu aberto ocorre frequentemente.	
Médio	Uma quantidade significativa de rejeitos de triagem é devolvida ao sistema formal; no entanto, sabe-se que ocorre disposição ou queima de rejeitos a céu aberto em algumas áreas.	40
Baixo	A maioria dos rejeitos de triagem retorna ao sistema formal, os recipientes ou os depósitos na vizinhança são regularmente atendidos e a área está ligada a um sistema formal. Acredita-se que a maior parte da disposição ou da queima de resíduos a céu aberto não se origine das atividades de triagem.	5
Nenhum	Todos os rejeitos de triagem retornam ao sistema formal, os recipientes ou os depósitos na vizinhança são regularmente atendidos e a área está ligada a um sistema formal. Acredita-se que qualquer disposição ou queima de resíduos a céu aberto não se origine das atividades de triagem.	0

C4: Vazamento plástico da triagem da cadeia informal de serviço

As atividades do setor informal são voltadas principalmente em direção à triagem e ao processamento de recicláveis valiosos a partir do fluxo de resíduos. Essas instalações buscam a obtenção de uma quantidade de materiais de valor mais eficiente, como ditado pelos mercados de recicláveis; assim, a triagem e o processamento podem ser muito seletivos. Elas são amplamente baseadas no trabalho manual, mas podem ter equipamentos bem sofisticados para a triagem, a fragmentação, a extrusão ou os outros processos mecânicos. Essas instalações podem possivelmente gerar quantidades significativas de resíduos, que podem retornar ao sistema formal ou podem ser descartados de maneira não controlada. Assim como com as instalações formais de triagem, acredita-se que esse disposição de rejeitos domine o vazamento plástico, portanto qualquer vazamento devido ao vento ou ao rolamento de superfície é considerado não significativo e omitido da análise.

O vazamento de plástico da triagem da cadeia informal de serviços (F15) está, portanto, relacionado a plásticos rejeitados que poderiam ser descartados ou mal tratados. A árvore de decisão e a tabela descritiva auxiliar nas quais as avaliações de observação devem ser fundamentadas são mostradas na Figura 12 e na Tabela 13, respectivamente.

Observação: Vazamento plástico da separação da cadeia informal de serviços é aplicado somente ao ramo da cadeia de serviços do setor informal. Dessa forma, a cadeia de valor é omitida. Isso é devido ao fato de o primeiro estágio da separação (como medido pelo DFR) para a cadeia de valor ser no ponto de coleta. Por exemplo, catadores de lixo coletando materiais de valor estão automaticamente separando o resíduo conforme vão deixando de lado os itens de baixo valor. Os vazamentos associados a isso são, por vez, designados à fase de coleta (consulte a Etapa C1).

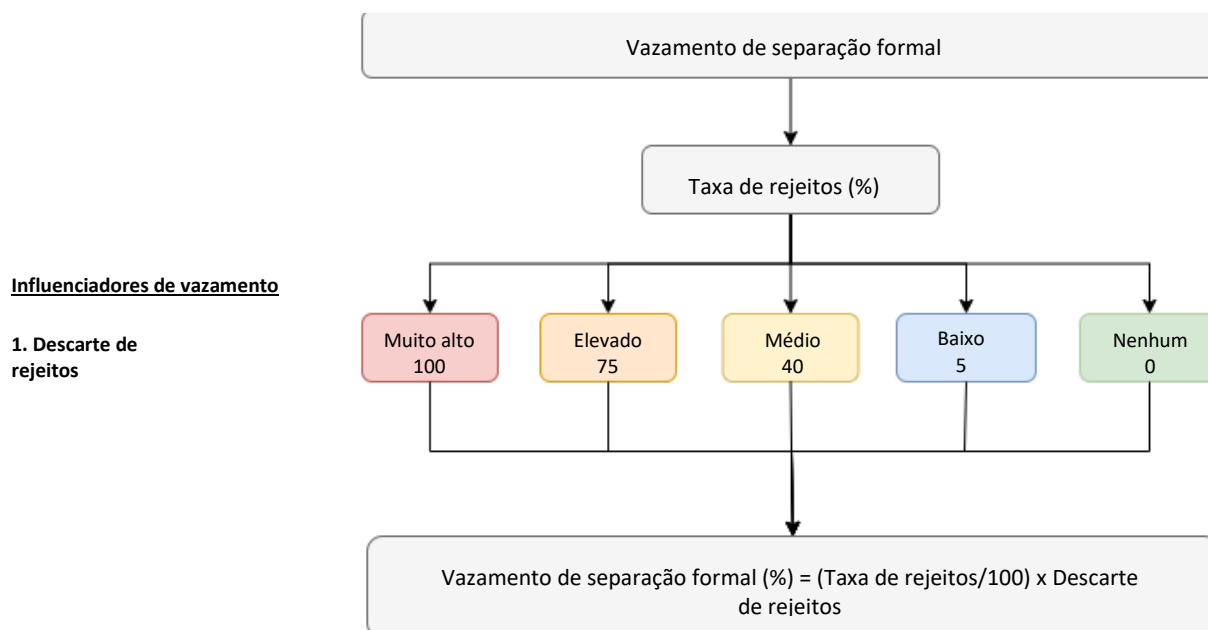


Figura 12: Árvore de decisão e cálculo dos vazamentos de instalações informais de triagem

Disposição formal de rejeitos

Tabela 13: Nível potencial de vazamento para o influenciador “disposição formal de rejeitos”

Potencial de vazamento	Descrição.	Fator de vazamento
Muito alto	Nenhuma das instalações de triagem descarta rejeitos de triagem no sistema formal de coleta. Há uma ausência completa de serviços formais. A disposição ou a queima a céu aberto frequente de rejeitos é amplamente difundido.	100
Elevado	Uma minoria das instalações de triagem descarta rejeitos de triagem no sistema formal de coleta. Há alguns recipientes formais ou pontos de disposição na área. Sabe-se que a disposição ou a queima de rejeitos a céu aberto ocorre frequentemente.	75
Médio	Uma quantidade significativa de rejeitos de triagem é devolvida ao sistema formal; no entanto, sabe-se que ocorre disposição ou queima de rejeitos a céu aberto em algumas áreas.	40
Baixo	A maioria dos rejeitos de triagem retorna ao sistema formal, os recipientes ou os depósitos na vizinhança são regularmente atendidos e a área está ligada a um sistema formal. Acredita-se que a maior parte da disposição ou da queima de resíduos a céu aberto não se origine das atividades de triagem.	5
Nenhum	Todos os rejeitos de triagem retornam ao sistema formal, os recipientes ou os depósitos na vizinhança são regularmente atendidos e a área está ligada a um sistema formal. Acredita-se que qualquer disposição ou queima de resíduos a céu aberto não se origine das atividades de triagem.	0

C5: Vazamento plástico durante o transporte para disposição

Vazamento plástico durante o transporte para disposição (F16) se refere aos itens de plástico perdidos quando o material está sendo transportado por veículos de coleta até seu destino final. Este indicador considera apenas a quantidade de plástico vazado durante a ação de transporte.

Muitas vezes, os serviços de coleta são divididos em coleta primária e secundária. Se esse for o caso, esse fluxo de vazamento considera apenas as quantidades de plástico perdidas durante o transporte até os veículos de coleta secundários. O vazamento dos serviços de coleta primários é coberto por F12, como descrito nas seções C1. Se os serviços de coleta não forem divididos, esse indicador cobre

todo o vazamento plástico do transporte. Isso evita a contagem duplicada pela configuração dos fatores de transporte em C1 para zero.

A melhor forma de avaliar esse indicador é planejar uma campanha de observação no destino final, para onde o resíduo é levado (ou seja, centro de disposição ou instalações de recuperação). Observe os caminhões chegando aos centros por algumas horas. Avalie a presença das medidas de reduções explicadas abaixo e atribua o fator de vazamento apropriado.

A árvore de decisão e a tabela descritiva auxiliar na qual as avaliações de observação devem ser fundamentadas são mostradas na Figura 13 e nas Tabelas 14 - 16, respectivamente. Um exemplo de como avaliar esses influenciadores também é apresentado no Anexo 2.

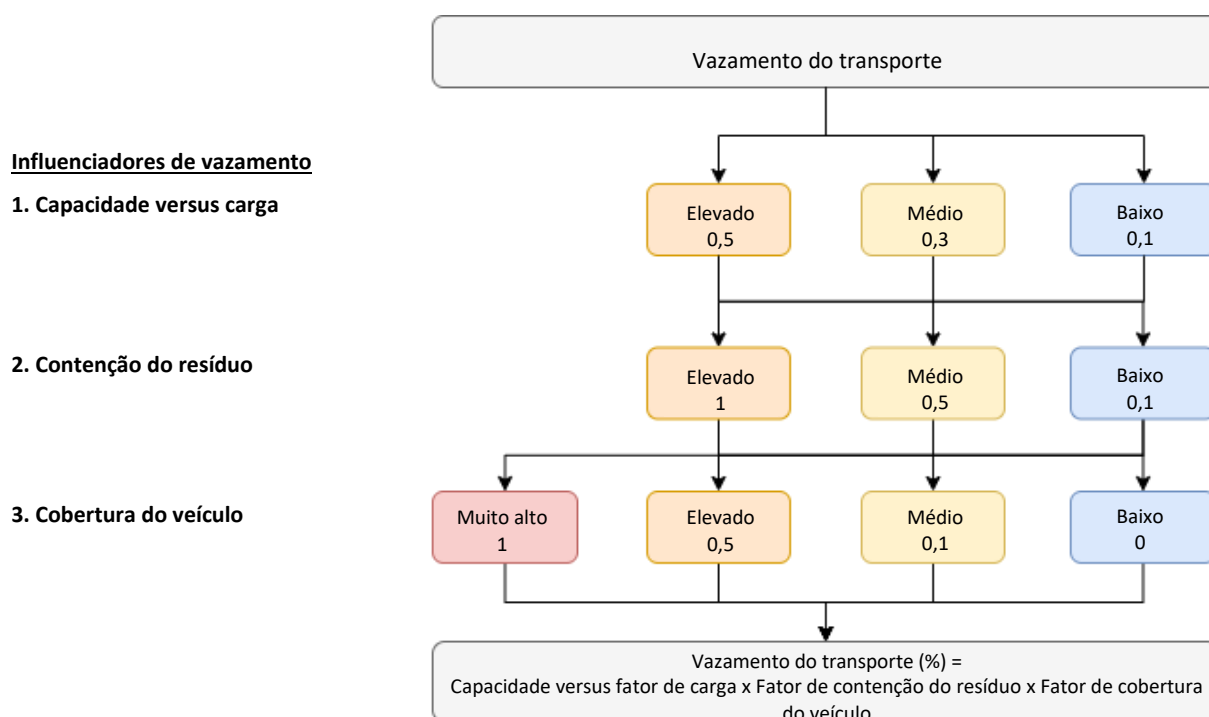


Figura 13: Árvore de decisão e cálculo dos vazamentos de Transporte

Capacidade versus carga

Tabela 14: Nível potencial de vazamento para o influenciador “capacidade versus carga”

Potencial de Vazamento	Descrição	Fator de Vazamento
Elevado	A carga na maioria dos veículos de coleta excede a capacidade.	0,5
Médio	Aproximadamente metade da carga dos caminhões excede a capacidade.	0,3
Baixo	A carga na maioria dos veículos de coleta não excede a capacidade.	0,1

Contenção do resíduo

Tabela 15: Nível potencial de vazamento para o influenciador “Contenção do resíduo”

Potencial de Vazamento	Descrição	Fator de Vazamento
Elevado	A maioria dos geradores na cidade não descarta seus resíduos dentro de sacos. Os carregadores fazem uma escolha seletiva durante o transporte para a qual abrem a maioria dos sacos.	1
Médio	Aproximadamente metade dos geradores na cidade descarta seus resíduos em sacos e a outra metade fora de recipientes. Os carregadores fazem um pouco de escolha seletiva durante o transporte para a qual abrem alguns dos sacos.	0,5
Baixo	A maioria dos geradores na cidade descarta seus resíduos dentro de sacos e eles não são abertos durante o transporte.	0,1

Cobertura do veículo de coleta

Tabela 16: Nível potencial de vazamento para o influenciador “Cobertura de veículo de coleta”

Potencial de Vazamento	Descrição	Fator de Vazamento
Muito alto	A maioria dos veículos de coleta na cidade não é coberto	1
Elevado	O número de veículos de coleta é dividido igualmente entre não cobertos e completamente cobertos.	0,5
Médio	A maioria dos veículos de coleta na cidade é totalmente coberto.	0,1
Baixo	Todos os veículos de coleta na cidade são totalmente cobertos (ex., caminhões compactadores)	0

C6: Vazamento plástico de instalações de disposição

O vazamento de plástico de instalações de disposição (F17) se refere ao plástico que vaza de centros de disposição levado pelo vento (soprado pelo vento) ou pela água/deslizamentos de terra.

O vazamento causado pelo vento é uma das muitas preocupações operacionais no gerenciamento de um aterro sanitário. Apesar da abundância de diretrizes sobre como gerenciar e evitar esse vazamento (Law and Appelqvist, 2019, Martel and Helm, 2004), nenhum dado quantitativo foi encontrado com estimativas ou medições das quantidades.

Você irá notar que os dois tipos de vazamento plástico separados (vento e água/deslizamentos de terra) são separados na árvore de decisão. Em alguns centros você pode encontrar somente um, enquanto em outros os dois tipos de vazamento podem estar presentes. O vazamento combinado é a soma de ambos, como mostrado na fórmula na parte inferior da árvore de decisão (Figura 14). Acompanhando essa árvore de decisão está a tabela descritiva na qual as avaliações de observação devem ser fundamentadas (Tabela 17 - Tabela 22).

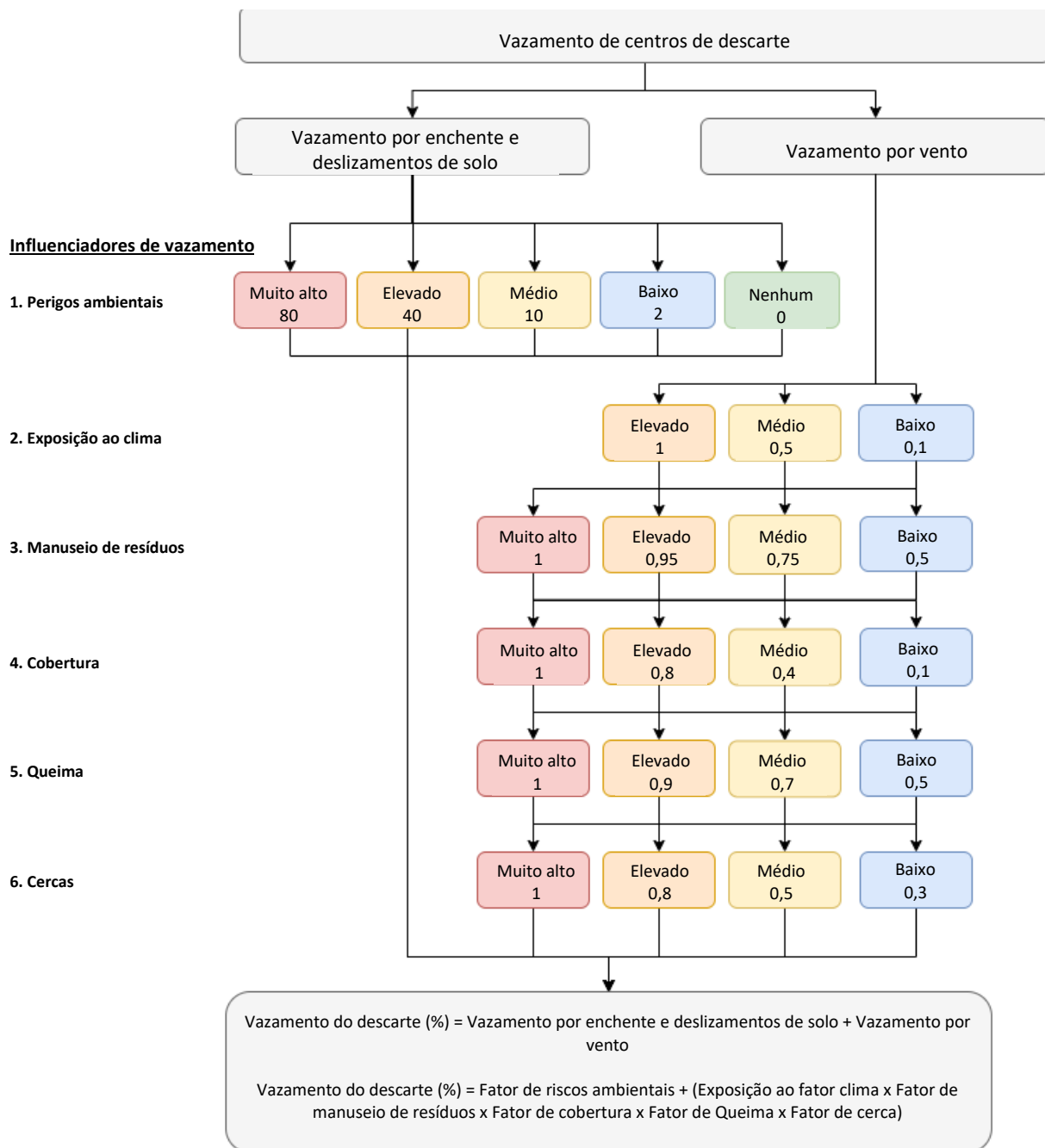


Figura 14: Árvore de decisão e cálculo dos vazamentos das instalações de disposição

Perigos ambientais

Tabela 17: Nível potencial de vazamento para o influenciador “perigos ambientais”

Potencial de Vazamento	Descrição	Fator de Vazamento
Muito alto	O centro está localizado numa área sujeita a alagamentos ou deslizamentos de terra regulares, o que afeta a maioria do centro.	80
Elevado	O centro está localizado numa área sujeita a alagamentos ou deslizamentos de terra ocasionais, o que afeta grandes partes do centro.	40
Médio	O centro está localizado numa área onde alagamentos ou deslizamentos de terra regulares afetam pequenas partes do centro.	10

Baixo	O centro está localizado numa área onde alagamentos ou deslizamentos de terra regulares afetam muito poucas partes do centro.	2
Nenhum	O centro está localizado numa área que regularmente não apresenta riscos ambientais como alagamentos ou deslizamentos de terra	0

*Regularmente se refere ao que acontece repetidamente todos os anos. Eventos extremos / raros não são considerados aqui.

Exposição ao clima

Tabela 18: Nível potencial de vazamento para o influenciador “exposição ao clima”

Potencial de Vazamento	Descrição	Fator de Vazamento
Elevado	O centro é regularmente exposto a ventos fortes e persistentes ou a escoamentos superficiais.	1
Médio	O centro é algumas vezes exposto a ventos fortes e persistentes ou a escoamentos superficiais.	0,5
Baixo	O centro é raramente exposto a ventos fortes e persistentes ou a escoamentos superficiais.	0,1

Manuseio de resíduos

Tabela 19: Nível potencial de vazamento para o influenciador “manuseio de resíduos”

Potencial de Vazamento	Descrição	Fator de Vazamento
Muito alto	Sem zonas de descarga designadas. Catadores de lixo ativos em todo o centro. Sem compactação ou gerenciamento de resíduos. Os resíduos são acumulados em pilhas no chão com exposição total ao vento, à chuva e ao escoamento superficial.	1
Elevado	Os resíduos são geralmente descarregados em zonas designadas. Catadores de lixo ativos na maior parte do centro. Normalmente não ocorre compactação ou gerenciamento de resíduos. Os resíduos são acumulados em pilhas no chão com exposição total ao vento, à chuva e ao escoamento superficial.	0,95
Médio	Os resíduos são geralmente descarregados em zonas designadas. Catadores de lixo ativos ao redor da zona de descarga do centro. A compactação ou o gerenciamento de resíduos é intermitente. Os resíduos são acumulados em pilhas no chão com exposição total ao vento, à chuva e ao escoamento superficial.	0,75
Baixo	Os resíduos são descarregados em zonas designadas. Catadores de lixo não são permitidos no centro. Ocorre compactação ou gerenciamento de resíduos. Os resíduos estão localizados em fossos abaixo do nível do solo com exposição mínima ao vento, à chuva e ao escoamento superficial.	0,5

Cobertura

Tabela 20: Nível potencial de vazamento para o influenciador “cobertura”

Potencial de Vazamento	Descrição	Fator de Vazamento
Muito alto	Nenhuma cobertura ou coberto menos de uma vez por mês	1
Elevado	Resíduos são normalmente cobertos uma vez por mês	0,8
Médio	Resíduos são normalmente cobertos uma vez por semana	0,4
Baixo	Resíduos são normalmente cobertos diariamente	0,1

Queima

Tabela 21: Nível potencial de vazamento para o influenciador “queima”

Potencial de Vazamento	Descrição	Fator de Vazamento
Muito alto	A queima de resíduos não ocorre	1
Elevado	A queima de resíduos é rara	0,9
Médio	A queima de resíduos é ocasional	0,7
Baixo	A queima de resíduos é generalizada e prevalente	0,5

Cercas

Tabela 22: Nível potencial de vazamento para o influenciador “Cercas”

Potencial de Vazamento	Descrição	Fator de Vazamento
Muito alto	Sem cercas	1
Elevado	Cercas ao redor de menos da metade do perímetro ou grandes seções das cercas estão quebradas	0,8
Médio	Cercas ao redor da maior parte do perímetro, mas estão quebradas em várias seções	0,5
Baixo	Cercas ao redor de todo o perímetro e estão conservadas	0,3

C7: Plástico em sistemas de drenagem até os sistemas de água

Esta seção representa a quantidade de plástico que é transferida por meio do sistema de drenagens e que entra nos sistemas de água. Na maioria das cidades, há poucas informações disponíveis sobre o resíduo sólido que é levado para os sistemas de drenagem e os métodos ou quantidade / qualidade de resíduos sólidos removidos. No entanto, muitas vezes o resíduo sólido levado para os sistemas de drenagem é “mais cedo ou mais tarde” levado completamente para os sistemas de água, como rios. Isso se aplica especialmente para sistemas de drenagem abertos e não controlados. A exceção a isso é onde ocorre a limpeza das bocas de lobo. Muitos países limpam periodicamente as bocas de lobo para evitar problemas de enchentes associadas ao acúmulo de resíduos até o ponto em que bloqueiam o fluxo de água. Esses eventos de limpeza podem ser regulares ou planejados para ocorrerem antes do início de eventos de chuvas fortes, como a estação chuvosa.

A lógica usada para o cálculo da quantidade de plástico nas bocas de lobo que atingem os corpos hídricos é fundamentada no seguinte conceito. Ela presume que todo plástico não removido das bocas de lobo na limpeza é por fim transferido até os corpos hídricos. Uma vez que a precipitação diz quando esse plástico se moverá nos sistemas de drenagem, quanto mais frequentes forem as precipitações, haverá menos oportunidades para remover esses resíduos antes que eles cheguem aos corpos hídricos. Por outro lado, quanto mais frequente e amplamente difundida for a limpeza das bocas de lobo, haverá menos resíduos a serem transferidos no próximo evento de precipitação. Esses fatores concorrentes e dependentes estão relacionados, como mostrado na árvore de decisão da Figura 15. As tabelas descritivas associadas são delineadas nas Tabelas 23 - 24.

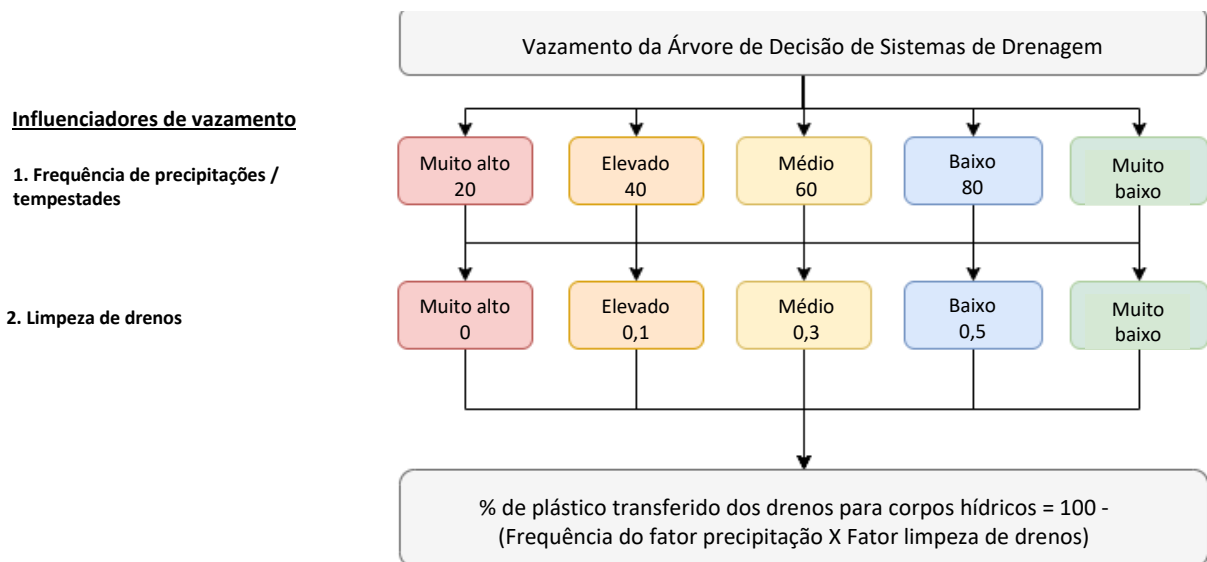


Figura 15: Árvore de decisão e cálculo da remoção do lixo de bocas de lobo

Tabela 23: Nível potencial de vazamento para o influenciador “frequência de precipitação e eventos de tempestades”

Potencial de Vazamento	Descrição	Fator de Vazamento
Muito alto	Precipitação e fortes tempestades são frequentes durante todo o ano, com precipitação média de pelo menos 60 mm nos 12 meses. Equivalente ao clima tropical úmido (Af) na classificação climática de Köppen.	20
Elevado	A precipitação é frequente durante todo o ano com fortes tempestades ocorrendo geralmente durante os meses mais quentes. Não há mês de verão seco previsível. Equivalente ao clima subtropical úmido (Cfa), ao clima oceânico (Cfb), aos climas oceânicos subpolares (Cfc) ou aos climas continentais úmidos (Df) na classificação climática de Köppen.	40
Médio	A precipitação é altamente sazonal, muitas vezes impactada por chuvas de monção, com uma estação seca e uma estação úmida. Equivalente à monção tropical (Am), aos climas subtropical com inverno seco (Cw) ou continental com inverno seco (Dw) na classificação climática de Köppen.	60
Baixo	A precipitação possui uma estação seca pronunciada, enquanto a estação úmida curta possui precipitação mais limitada do que as categorias acima. Equivalente aos climas de savana (Aw), Mediterrâneo (Cs) ou continental com verão seco (Ds) na classificação climática de Köppen.	80
Muito baixo	Clima seco caracterizado por pouca precipitação. Equivalente aos climas árido (Bw) e semiárido (Bs) na classificação climática de Köppen.	100

Tabela 24: Níveis de potencial de vazamento para o influenciador “limpeza de bocas de lobo”

Potencial de Vazamento	Descrição	Fator de Vazamento
Muito alto	Bocas de lobo não têm atividades de limpeza de resíduos sólidos. Não são usadas barreiras para lixo.	0
Elevado	Uma pequena quantidade de bocas de lobo é limpa uma vez ao ano. Não são usadas barreiras para lixo.	0,1

Médio	Uma pequena quantidade de bocas de lobo é limpa uma a duas vezes ao ano, com isso sendo planejado para ocorrer antes dos períodos de chuvas fortes (ou seja, estação úmida, se aplicável). Barreiras de lixo são usadas em algumas saídas de bocas de lobo e são bem conservadas.	0,3
Baixo	Uma grande quantidade de bocas de lobo é limpa uma a duas vezes ao ano, com isso sendo planejado para ocorrer antes dos períodos de chuvas fortes (ou seja, estação úmida, se aplicável). Barreiras de lixo são usadas em aproximadamente metade das saídas de bocas de lobo e são bem conservadas.	0,5
Muito baixo	A maioria das bocas de lobo é limpa regularmente (várias vezes ao ano). Barreiras de lixo são usadas na maioria das saídas de bocas de lobo e são bem conservadas.	0,8

Passo D: Determinação de destinos do vazamento plástico

Uma vez que as quantidades para cada fluxo de vazamento tiverem sido determinadas, os destinos finais desses fluxos plásticos podem ser avaliados. A ferramenta DFR considera quatro diferentes destinos para o plástico vazado, como mostrado na Tabela 25.

Tabela 25: Definição de quatro destinos para o resíduo plástico vazado.

Destino	Inclui	Exclui
Queimada	Queimada de resíduos plásticos a céu aberto como um método de disposição (ou seja, queima de resíduos não coletados pelos residentes ou queima de rejeitos separados).	Plástico queimado pelos residentes para combustível (uma vez que isso não é considerado resíduo) ou queima que ocorre em instalações dedicadas como incineradoras (uma vez que isso é contabilizado para energia do fluxo de resíduo).
Terra	Resíduo plástico que continua indefinidamente na terra. Por exemplo, plástico preso na vegetação, plástico isolado na terra sem capacidade para entrar na água ou nas bocas de lobo e plástico enterrado pelos residentes. Isso também inclui qualquer resíduo plástico que estava originalmente na terra, mas que foi posteriormente coletado por atividades de varredura de ruas.	Resíduo plástico em instalações de disposição (eles são incluídos separadamente), resíduo que viaja por solo e por fim entra na água ou nas bocas de lobo, ou resíduos descartados em fossas de lixo que acabam por ser esvaziadas num local que não a terra.
Bocas de lobo	Resíduos plásticos retirados das bocas de lobo e colocados num local em que não entrarão novamente num estágio posterior.	Resíduos plásticos em bocas de lobo que não são removidos (uma vez que se estima que este plástico seja transportado em algum momento para corpos hídricos, se não coletado) e resíduos plásticos no esgoto sanitário (a menos que isso seja combinado com o esgoto de bocas de lobo).
Sistemas de água	Resíduo plástico que entrou ou entrará em algum momento nos sistemas de água e continuará dessa forma. Para a definição sobre o que é contado como sistema de água, consulte a definição na Seção 2.	Resíduo plástico que entra em qualquer coisa que não seja definido como sistema de água como na definição dada na Seção 2.

Para determinar quanto do plástico vazado termina em cada destino, o Diagrama de Fluxo de Resíduos segue uma observação baseada em metodologia. O conceito por trás disso é que os usuários avaliarão a quantidade de plástico que eles veem no ambiente para cada destino, seja ele na terra, nas bocas de lobo ou nos remanescentes da queima a céu aberto. A exceção a isso são para sistemas de água. Uma vez que os sistemas de água transportam o resíduo para longe do centro no qual ele entrou, as observações não podem dar uma representação exata. Ao invés disso, a quantidade de corpos hídricos e a capacidade de acessá-los são usadas como uma aproximação para possíveis emissões plásticas. Essas observações serão, então, ligadas a diferentes fontes do vazamento plástico inicial de acordo com a área onde foram observadas.

Ao considerar os quatro destinos, o tipo de vazamento impactará o grau com que o plástico termina em cada destino. Por exemplo, se o plástico foi levado pelo vento do aterro, o destino de queima para este fluxo não é aplicável, uma vez que ele escapou involuntariamente e não está sob controle de

nenhuma pessoa. Por outro lado, o resíduo não coletado pode ser queimado pelos residentes como uma opção para disposição ou, alternativamente, pode ser diretamente jogado em vias fluviais e, assim, possivelmente ter uma probabilidade maior de entrar nos sistemas de água do que o resíduo simplesmente levado pelo vento. Isso se reflete no DFR pela designação de cada fluxo de vazamento a um dos quatro tipos de vazamento.

1. **Vazamento voluntário** – o resíduo foi propositalmente colocado no meio ambiente (ex., jogado / queimado)
2. **Vazamento involuntário** – resíduo que acidentalmente escapou para o meio ambiente (ex., levado pelo vento)
3. **Vazamento difuso** – o vazamento ocorre em uma grande área dispersa (ex., recipientes de coleta)
4. **Vazamento de fonte pontual** – o vazamento ocorre de um ou mais locais definidos (ex., aterros sanitários)

A designação desses tipos de vazamentos é resumida para cada fluxo de vazamento individual na Tabela 26.

Tabela 26: Designação dos fluxos de vazamento até o destino

Fluxo de vazamento	Difuso voluntário	Difuso involuntário	Fonte pontual voluntária	Fonte pontual involuntária
Resíduo não coletado (F4)				
Vazamento plástico de serviços de coleta (F12)				
Vazamento plástico da coleta de cadeia informal de valor (F13)				
Vazamento plástico da triagem formal (F14)				
Vazamento plástico da triagem da cadeia informal de serviço (F15)				
Vazamento plástico durante o transporte para disposição (F16)				
Vazamento plástico de instalações de disposição (F17)				

Cada tipo de vazamento e as descrições e fatores associados a serem usados na avaliação de observação são discutidos em mais detalhes nas seções D1 - D4. As observações devem ser conduzidas no máximo de locais diferentes possível, idealmente usando uma abordagem de amostragem randomizada, de forma a desenvolver um quadro da prevalência média de cada destino. Para fontes pontuais, essas observações devem ocorrer nas imediações das fontes pontuais, enquanto para fontes difusas devem ocorrer em toda a região de interesse. Por exemplo, para resíduos não coletados, as observações devem ser realizadas em múltiplos locais dentro de uma área que não tenha coleta de resíduos, enquanto para vazamento plástico de serviços de coleta, as observações devem ser realizadas por todas as áreas da cidade que tenham serviços de coleta.

Em circunstâncias nas quais a varrição de ruas ou a limpeza das bocas de lobo estejam ativas, o resíduo pode estar entrando nesses destinos, mas ser subsequentemente limpo. Apesar dessa limpeza, o resíduo ainda precisa ser alocado até seu destino final, uma vez que durante o período em que está no meio ambiente ele ainda pode estar causando problemas. Além disso, as atividades de limpeza devem ser o último recurso para controlar os poluentes plásticos, sendo a prioridade interromper sua liberação já no início. Com isso em mente, o destino terrestre realmente inclui resíduos que permanecem na terra e os que foram coletados pela varrição das ruas. Alternativamente, o destino de boca de lobo inclui somente resíduos que foram removidos ou que em algum momento terminarão

nos corpos hídricos. Isso é devido ao pressuposto declarado anteriormente de que para a árvore de decisão de vazamento de boca de lobo, todos os resíduos não removidos acabam chegando aos corpos hídricos. Assim, o estoque da boca de lobo representa apenas esse resíduo limpo.

A metodologia de observação engloba essas atividades de limpeza incluindo-as nas descrições. Por exemplo, se muito pouco resíduo for observado na terra, mas houver varrição muito ativa da rua, assume-se que uma proporção maior de resíduos está sendo descartado no chão inicialmente comparado ao que foi observado.

D1: Difuso voluntário

O tipo de vazamento “difuso voluntário” representa a disposição ou a queima a céu aberto do resíduo de resíduo não coletado. Considerando isso, as observações devem ser conduzidas nas imediações das áreas com ausência de qualquer forma de serviço de coleta de resíduos (incluindo serviços informais de coleta de resíduos). Como o tipo de vazamento é voluntário (ex., uma pessoa está no controle de como eles descartam o resíduo), a queima a céu aberto é incluída como um destino. A árvore de decisão e as tabelas descritivas auxiliares são mostradas na Figura 16 e nas Tabelas 27 - 30, respectivamente.

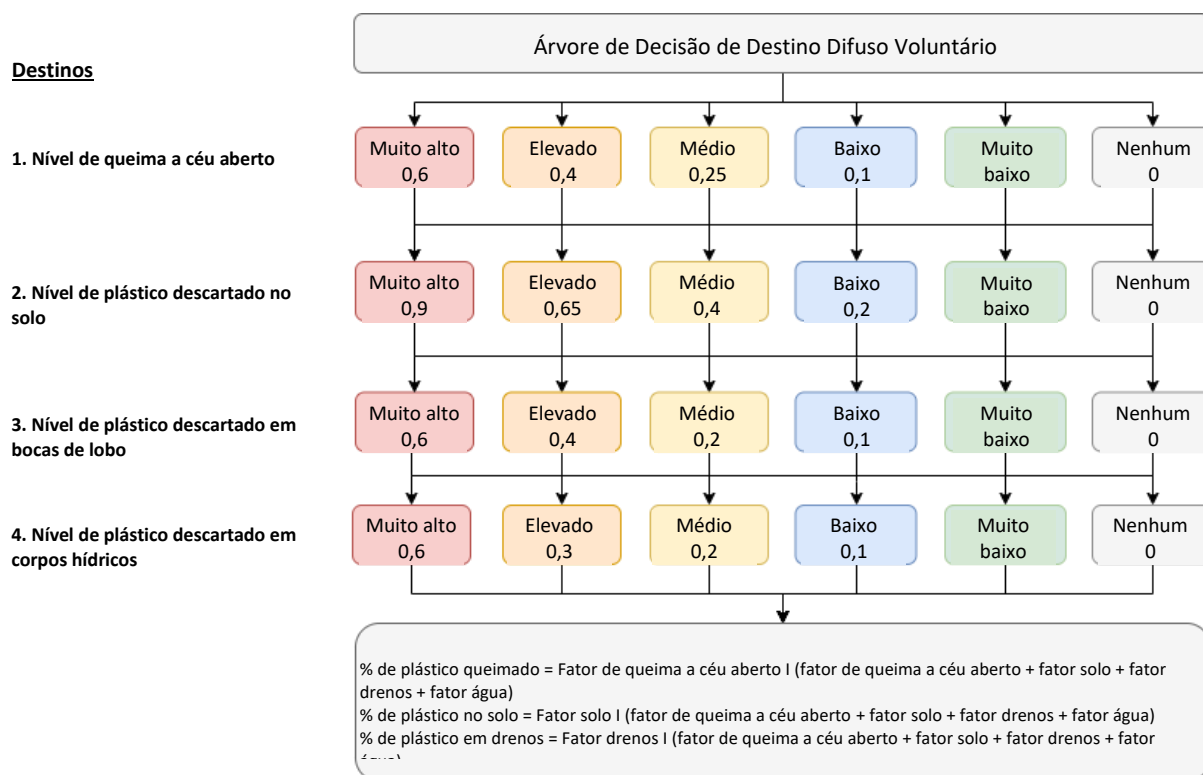


Figura 16: Árvore de decisão de destino para tipos de vazamento difuso voluntário

Tabela 27: Nível de queima a céu aberto difuso

Potencial do Destino	Descrição	Fator do Destino
Muito alto	Em áreas sem serviços de coleta de resíduos, há evidência de que os residentes rotineiramente queimam seus resíduos, o que se acredita ser a principal forma de disposição.	0,6
Elevado	Em áreas sem serviços de coleta de resíduos, há evidência de que os residentes rotineiramente queimam seus resíduos, o que se acredita ser uma importante, mas não a principal forma de disposição.	0,4

Médio	Em áreas sem serviços de coleta de resíduos, há evidência de que os residentes podem regularmente queimar seus resíduos, mas não se acredita ser essa a principal forma de disposição.	0,25
Baixo	Em áreas sem serviços de coleta de resíduos, há evidência esporádica de que uma minoria dos residentes pode regularmente queimar seus resíduos, mas não se acredita ser essa a principal forma de disposição para a maioria dos residentes.	0,1
Muito baixo	Em áreas sem serviços de coleta de resíduos, há evidência esporádica de que a minoria dos residentes pode ocasionalmente queimar resíduos, mas acredita-se que essa seja uma ocorrência rara.	0,05
Nenhum	Em áreas sem serviços de coleta de resíduos, não há evidência de que ocorra queima a céu aberto.	0

Tabela 28: Nível de disposição difuso na terra

Potencial do Destino	Descrição	Fator do Destino
Muito alto	Em áreas sem serviços de coleta de resíduos, há evidência de que os residentes descartam a vasta maioria de seus resíduos na terra, o que se acredita ser a principal forma de disposição. OU Em áreas sem serviços de coleta, há evidência de que os residentes rotineiramente descartam seus resíduos na terra E a varri regular de ruas ocorre em áreas sem coleta de resíduos.	0,9
Elevado	Em áreas sem serviços de coleta de resíduos, há evidência de que os residentes rotineiramente descartam seus resíduos na terra, o que se acredita ser uma importante forma de disposição. OU Em áreas sem serviços de coleta de resíduos, há evidência de que os residentes podem regularmente descartar seus resíduos na terra E a varrição regular de ruas ocorre em áreas sem coleta de resíduos.	0,65
Médio	Em áreas sem serviços de coleta de resíduos, há evidência de que os residentes podem regularmente descartar seus resíduos na terra, mas não se acredita que essa seja a principal forma de disposição. OU Em áreas sem serviços de coleta de resíduos, há evidência esporádica de que a minoria dos residentes pode rotineiramente descartar seus resíduos na terra E a varrição ocasional de ruas ocorre em áreas sem coleta de resíduos.	0,4
Baixo	Em áreas sem serviços de coleta de resíduos, há evidência esporádica de que uma minoria dos residentes pode regularmente descartar seus resíduos na terra, mas não se acredita ser essa a principal forma de disposição para a maioria dos residentes. E Não há varrição ativa de ruas nas áreas sem coleta de resíduos que possa estar coletando qualquer resíduo descartado na terra.	0,2
Muito baixo	Em áreas sem serviços de coleta de resíduos, há evidência esporádica de que a minoria dos residentes pode ocasionalmente descartar seus resíduos na terra, mas acredita-se que seja uma ocorrência rara. E Não há varrição ativa de ruas nas áreas sem coleta de resíduos que possa estar coletando qualquer resíduo descartado na terra.	0,1
Nenhum	Em áreas sem serviços de coleta de resíduos, não há evidência de resíduos sendo descartados na terra.	0

	<p>E</p> <p>Não há varrição ativa de ruas nas áreas sem coleta de resíduos que possa estar coletando qualquer resíduo descartado na terra.</p>	
--	---	--

Tabela 29: Nível de disposição difuso nas bocas de lobo

Potencial do Destino	Descrição	Fator do Destino
Muito alto	<p>Em áreas sem serviços de coleta de resíduos, há evidência de que a maioria dos residentes rotineiramente descarta seus resíduos nas bocas de lobo, o que se acredita ser a principal forma de disposição para a maioria dos residentes.</p> <p>OU</p> <p>Em áreas sem serviços de coleta de resíduos, há evidência de que a maioria dos residentes rotineiramente descarta seus resíduos nas bocas de lobo, o que se acredita ser a principal forma de disposição para uma minoria dos residentes E limpeza regular das bocas de lobo ocorre em toda a área.</p>	0,6
Elevado	<p>Em áreas sem serviços de coleta de resíduos, há evidência de que muitos residentes rotineiramente descartam seus resíduos nas bocas de lobo, o que se acredita ser a principal forma de disposição para a minoria dos residentes.</p> <p>OU</p> <p>Em áreas sem serviços de coleta de resíduos, há evidência de que muitos residentes pode regularmente descartar seus resíduos nas bocas de lobo, mas não se acredita que essa seja a principal forma de disposição para quaisquer residentes E limpeza regular das bocas de lobo ocorre na área.</p>	0,4
Médio	<p>Em áreas sem serviços de coleta de resíduos, há evidência de que muitos residentes podem regularmente descartar seus resíduos nas bocas de lobo, mas não se acredita que essa seja a principal forma de disposição para quaisquer residentes.</p> <p>OU</p> <p>Em áreas sem serviços de coleta de resíduos, há evidência esporádica de que uma minoria dos residentes pode rotineiramente descartar seus resíduos nas bocas de lobo E limpezas ocasionais das bocas de lobo ocorrem na área.</p>	0,2
Baixo	<p>Em áreas sem serviços de coleta de resíduos, há evidência esporádica de que a minoria dos residentes pode regularmente descartar seus resíduos nas bocas de lobo.</p> <p>E</p> <p>Não há nenhuma limpeza ativa das bocas de lobo na vizinhança que possa estar coletando qualquer resíduo descartado nas bocas de lobo.</p>	0,1
Muito baixo	<p>Em áreas sem serviços de coleta de resíduos, há evidência esporádica de que a minoria dos residentes pode ocasionalmente descartar seus resíduos nas bocas de lobo, mas acredita-se que isso não ocorra de maneira frequente.</p> <p>E</p> <p>Não há nenhuma limpeza ativa das bocas de lobo na vizinhança que possa estar coletando qualquer resíduo descartado nas bocas de lobo.</p>	0,05
Nenhum	<p>Em áreas sem serviços de coleta de resíduos, não há evidência de residentes descartando resíduos nas bocas de lobo.</p> <p>E</p>	0

	Não há nenhuma limpeza ativa das bocas de lobo na vizinhança que possa estar coletando qualquer resíduo descartado nas bocas de lobo.	
--	---	--

Tabela 30: Nível de disposição difuso em sistemas de água

Potencial do Destino	Descrição	Fator do Destino
Muito alto	Em áreas sem serviços de coleta de resíduos, quase todos os residentes estão bem próximos (<500 m) aos sistemas de água aos quais eles têm acesso.	0,5
Elevado	Em áreas sem serviços de coleta de resíduos, a maioria dos residentes está bem próxima (<500 m) aos sistemas de água aos quais eles têm acesso.	0,3
Médio	Em áreas sem serviços de coleta de resíduos, aproximadamente metade dos residentes está bem próxima (<500 m) aos sistemas de água aos quais eles têm acesso.	0,2
Baixo	Em áreas sem serviços de coleta de resíduos, uma minoria dos residentes está bem próxima (<500 m) aos sistemas de água aos quais eles têm acesso.	0,1
Muito baixo	Em áreas sem serviços de coleta de resíduos, pouquíssimos residentes estão bem próximos (<500 m) aos sistemas de água aos quais eles têm acesso.	0,05
Nenhum	Em áreas sem serviços de coleta de resíduos, não há presença de corpos hídricos ou o acesso a tais sistemas de água não é possível.	0

D2: Difuso involuntário

O tipo de vazamento “difuso involuntário” representa plásticos que são liberado no meio ambiente de muitos locais, ao passo que não estão sob o controle de ninguém. Por exemplo, isso inclui plásticos que vazam dos serviços de coleta (ou seja, enquanto aguardam a coleta ou durante a coleta), plásticos que vazam devido às atividades de coleta de cadeia informal de valor ou plásticos que vazam enquanto estão sendo transportados até as instalações de disposição. A natureza generalizada (difusa) dos vazamentos significa que as avaliações de observação devem ser feitas em múltiplos locais em todo o bairro, embora um grau de foco possa ser aplicado às principais áreas-alvo. Por exemplo, ao avaliar os sistemas de coleta, devem ser conduzidas observações nas redondezas das áreas com serviços de coleta. Alternativamente, em caso de avaliação do vazamento do transporte até as instalações de disposição, as observações podem ser direcionadas ao longo das vias de transporte relevantes. A árvore de decisão de destino e as tabelas descritivas auxiliares são mostradas na Figura 17 e nas Tabelas 31 - 33, respectivamente.

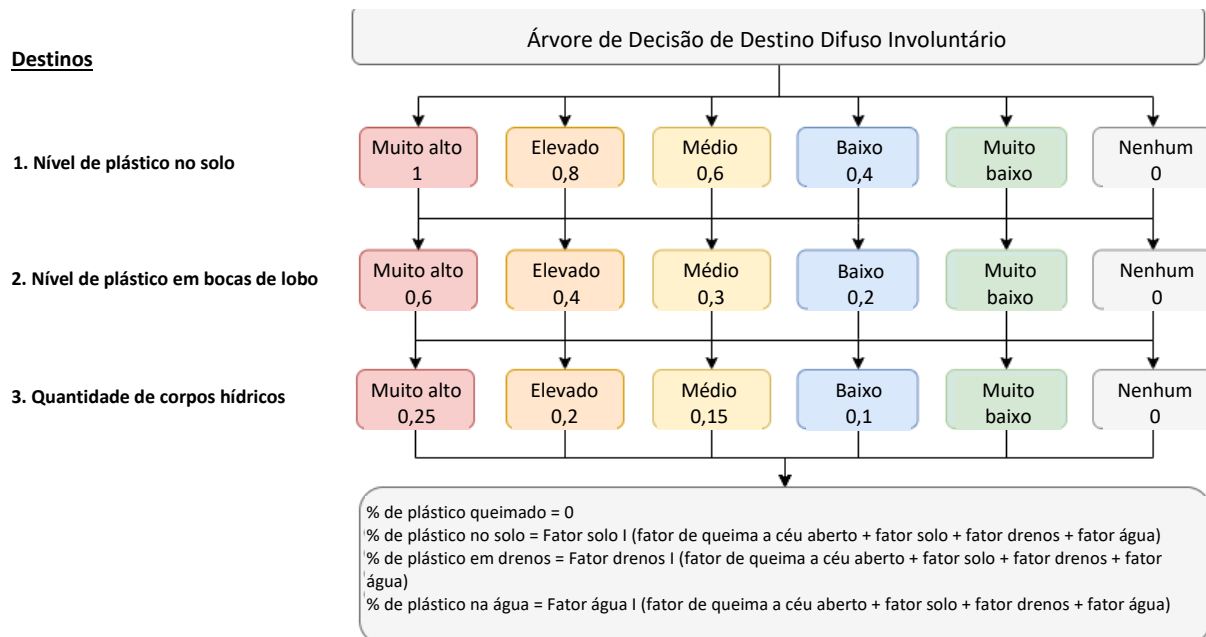


Figura 17: Árvore de decisão de destino para tipos de vazamento difuso involuntário

Tabela 31: Nível de vazamento difuso na terra

Potencial do Destino	Descrição	Fator do Destino
Muito alto	Em toda a área de estudo, há evidência de grandes quantidades de plástico permanecendo na terra (incluindo aqueles presos na vegetação). OU Na maioria das áreas de estudo, há evidência de grandes quantidades de plástico permanecendo na terra (incluindo aqueles presos na vegetação) E a varrição regular das ruas ocorre na maioria das áreas.	1
Elevado	Na maioria das áreas de estudo, há evidência de grandes quantidades de plástico permanecendo na terra (incluindo aqueles presos na vegetação). OU Na maioria das áreas de estudo, há evidência de pequenas quantidades de plástico permanecendo na terra (incluindo aqueles presos na vegetação) E a varrição regular das ruas ocorre na maioria das áreas.	0,8
Médio	Na maioria das áreas de estudo, há evidência de pequenas quantidades de plástico permanecendo na terra (incluindo aqueles presos na vegetação), embora uma minoria das áreas mostre evidência de grandes quantidades. OU Em toda a área de estudo, há evidência de pequenas quantidades de plástico permanecendo na terra (incluindo aqueles presos na vegetação) E a varrição não frequente das ruas ocorre na maioria das áreas.	0,6
Baixo	Em toda a área de estudo, há evidência de pequenas quantidades de plástico permanecendo na terra (incluindo aqueles presos na vegetação). OU Na minoria das áreas de estudo, há evidência de pequenas quantidades de plástico permanecendo na terra (incluindo aqueles presos na vegetação), mas a maioria das áreas apresenta de pouca a nenhuma evidência E a varrição não frequente das ruas ocorre na minoria das áreas.	0,4

Muito baixo	Na minoria das áreas de estudo, há evidência de pequenas quantidades de plástico permanecendo na terra (incluindo aqueles presos na vegetação), mas a maioria das áreas mostra pouca ou nenhuma evidência. E Não há varrição ativa de ruas que possa estar coletando qualquer resíduo descartado na terra.	0,2
Nenhum	Em toda a área do estudo, não há evidência de plástico permanecendo na terra (incluindo aqueles presos na vegetação) E não há varrição ativa de ruas que possa estar coletando qualquer resíduo descartado na terra.	0

Tabela 32: Nível de vazamento difuso até as bocas de lobo

Potencial do Destino	Descrição	Fator do Destino
Muito alto	Em toda a área de estudo, há evidência de grandes quantidades de plástico entrando em bocas de lobo. OU Na maioria das áreas de estudo, há evidência de grandes quantidades de plástico entrando em bocas de lobo E a maioria das bocas de lobo são limpas regularmente (várias vezes ao ano).	0,6
Elevado	Na maioria das áreas de estudo, há evidência de grandes quantidades de plástico entrando em bocas de lobo. OU Na maioria das áreas de estudo, há evidência de pequenas quantidades de plástico entrando em bocas de lobo, embora uma minoria das áreas mostre evidência de grandes quantidades E uma grande quantidade de bocas de lobo é limpa de uma a duas vezes ao ano	0,4
Médio	Na maioria das áreas de estudo, há evidência de pequenas quantidades de plástico entrando em bocas de lobo, embora uma minoria das áreas mostre evidência de grandes quantidades. OU Em toda a área de estudo, há evidência de pequenas quantidades de plástico entrando em bocas de lobo E uma pequena quantidade das bocas de lobo é limpa de uma a duas vezes ao ano.	0,3
Baixo	Em toda a área de estudo, há evidência de pequenas quantidades de plástico entrando em bocas de lobo. OU Na minoria das áreas de estudo, há evidência de pequenas quantidades de plástico entrando em bocas de lobo, mas a maioria das áreas mostra de pouca a nenhuma evidência E uma pequena quantidade de bocas de lobo é limpa uma vez ao ano.	0,2
Muito baixo	Na minoria das áreas de estudo, há evidência de pequenas quantidades de plástico entrando em bocas de lobo, mas a maioria das áreas mostra de pouca a nenhuma evidência E não há varrição ativa de ruas que possa estar coletando qualquer resíduo descartado na terra.	0,1
Nenhum	Em toda a área do estudo, não há evidência de plástico entrando em bocas de lobo E não há varrição ativa de ruas que possa estar coletando qualquer resíduo que tenha vazado para a terra.	0

Tabela 33: Nível de vazamento difuso até a água

Potencial do Destino	Descrição	Fator do Destino
Muito alto	Praticamente toda a área do estudo está bem próxima (<1 km) de sistemas de água. A vegetação nos bancos dos sistemas de água é muito escassa na maior parte das áreas de estudo.	0,25
Elevado	A maior parte das áreas de estudo está bem próxima (<1 km) de sistemas de água. A vegetação nos bancos dos sistemas de água é escassa em grandes partes das áreas de estudo.	0,2
Médio	A maior parte das áreas de estudo está bem próxima (<1 km) de sistemas de água. A vegetação nos bancos dos sistemas de água é densa em grandes partes das áreas de estudo.	0,15
Baixo	A maior parte das áreas de estudo não está bem próxima (> 1 km) de sistemas de água. A vegetação nos bancos dos sistemas de água é escassa em grandes partes das áreas de estudo.	0,1
Muito baixo	A maior parte das áreas de estudo não está bem próxima (> 1 km) de sistemas de água. A vegetação nos bancos dos sistemas de água é densa em grandes partes das áreas de estudo.	0,05
Nenhum	Toda a área do estudo não está próxima (> 1 km) de sistemas de água. A vegetação nos bancos dos sistemas de água é muito densa na maior parte das áreas de estudo.	0

D3: Fonte pontual voluntária

O tipo de vazamento “fonte pontual voluntária” representa rejeitos plásticos que são queimados ou descartados no meio ambiente a partir de instalações de triagem como uma opção de disposição. Isso inclui instalações formais e informais de triagem, embora a última apenas se aplique à cadeia informal de serviços devido a vazamentos decorrentes da triagem da cadeia de valor que ocorrem no ponto de coleta e, portanto, sendo normalmente difusos.

Devem ser conduzidas observações nas imediações das instalações de triagem até uma distância estimada como sendo aquela na qual não é mais provável a ocorrência de disposição dessa instalação. Se houver múltiplas instalações de triagem as observações devem ser realizadas fora do maior número possível de instalações de triagem, escolhendo-se a descrição que melhor corresponde à situação comum.

A árvore de decisão de destino e as tabelas descritivas auxiliares são mostradas na Figura 18 e nas Tabelas 34 - 37, respectivamente.

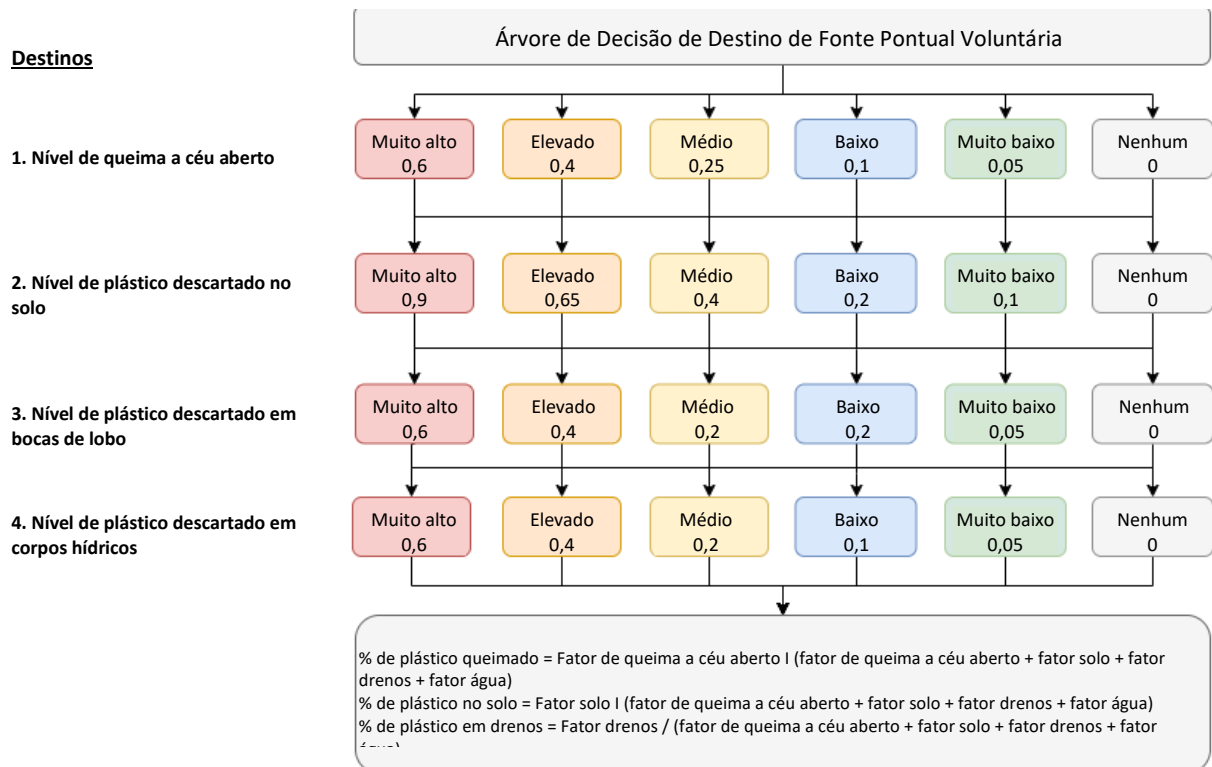


Figura 18: Árvore de decisão de destino para tipos de vazamento de fonte pontual voluntária

Tabela 34: Nível de queima a céu aberto de fonte pontual

Potencial do Destino	Descrição	Fator do Destino
Muito alto	Há evidência de que a maioria das instalações de triagem rotineiramente queima seus rejeitos de triagem, o que se acredita ser a principal forma de disposição.	0,6
Elevado	Há evidência de que a maioria das instalações de triagem rotineiramente queima seus rejeitos de triagem, o que se acredita ser uma significativa, mas não a principal, forma de disposição.	0,4
Médio	Há evidência de que a maioria das instalações de triagem pode ocasionalmente queimar seus rejeitos de triagem, mas não se acredita ser essa a principal forma de disposição.	0,25
Baixo	Há evidência esporádica de que uma minoria das instalações de triagem pode regularmente queimar seus rejeitos de triagem, mas não se acredita que essa seja a principal forma de disposição para a maioria.	0,1
Muito baixo	Há evidência esporádica de que uma minoria das instalações de triagem pode ocasionalmente queimar seus rejeitos de triagem, mas acredita-se que essa seja uma ocorrência rara.	0,05
Nenhum	Não há evidência de instalações de triagem que queimem seus rejeitos de triagem abertamente.	0

Tabela 35: Nível de disposição de fonte pontual na terra

Potencial do Destino	Descrição	Fator do Destino
Muito alto	Há evidência de que instalações de triagem descartam a vasta maioria de seus rejeitos de triagem na terra, o que se acredita ser a principal forma de disposição. OU Há evidência de que as instalações de triagem rotineiramente descartam seus rejeitos de triagem na terra E a varrição regular de ruas ocorre nas redondezas das instalações de triagem.	0,9
Elevado	Há evidência de que instalações de triagem rotineiramente descartam seus rejeitos de triagem na terra, o que se acredita ser uma importante forma de disposição. OU Há evidência de que as instalações de triagem podem regularmente descartar seus rejeitos de triagem na terra E a varrição regular de ruas ocorre nas redondezas das instalações de triagem.	0,65
Médio	Há evidência de que as instalações de triagem podem regularmente descartar seus rejeitos de triagem na terra, mas não se acredita que essa seja a principal forma de disposição. OU Há evidência esporádica de que uma minoria das instalações de triagem pode regularmente descartar seus resíduos na terra E a varrição ocasional de ruas ocorre nas redondezas das instalações de triagem.	0,4
Baixo	Há evidência esporádica de que uma minoria das instalações de triagem pode regularmente descartar seus rejeitos de triagem na terra, mas não se acredita que essa seja a principal forma de disposição para a maioria. E Não há varrição ativa de ruas nas redondezas das instalações de triagem que possa estar coletando qualquer resíduo descartado na terra.	0,2
Muito baixo	Há evidência esporádica de que uma minoria das instalações de triagem pode ocasionalmente descartar seus rejeitos de triagem na terra, mas acredita-se que essa seja uma ocorrência rara. E Não há varrição ativa de ruas nas redondezas das instalações de triagem que possa estar coletando qualquer resíduo descartado na terra.	0,1
Nenhum	Não há evidência de instalações de triagem descartando seus rejeitos de triagem na terra. E Não há varrição ativa de ruas nas redondezas das instalações de triagem que possa estar coletando qualquer resíduo descartado na terra.	0

Tabela 36: Nível de disposição de fonte pontual em bocas de lobo

Potencial do Destino	Descrição	Fator do Destino
Muito alto	Há evidência de que a maioria das instalações de triagem rotineiramente descarta seus rejeitos de triagem em bocas de lobo, o que se acredita ser a principal forma de disposição para muitos. OU Há evidência de que muitas instalações de triagem rotineiramente descartam seus rejeitos de triagem em bocas de lobo, o que se acredita ser a principal forma de disposição para uma minoria de instalações de	0,6

	triagem E a limpeza regular das bocas de lobo ocorre nas redondezas das instalações de triagem.	
Elevado	Há evidência de que muitas das instalações de triagem rotineiramente descartam seus rejeitos de triagem em bocas de lobo, o que se acredita ser a principal forma de disposição para a minoria das instalações de triagem. OU Há evidência de que muitas instalações de triagem podem regularmente descartar seus rejeitos de triagem em bocas de lobo, mas não se acredita que essa seja a principal forma de disposição E a limpeza regular das bocas de lobo ocorre nas redondezas das instalações de triagem.	0,4
Médio	Há evidência de que muitas instalações de triagem podem regularmente descartar seus rejeitos de triagem em bocas de lobo, mas não se acredita que essa seja a principal forma de disposição para qualquer instalação de triagem. OU Há evidência esporádica de que uma minoria das instalações de triagem pode regularmente descartar seus rejeitos de triagem em bocas de lobo E a limpeza ocasional das bocas de lobo ocorre nas redondezas das instalações de triagem.	0,2
Baixo	Há evidência esporádica de que uma minoria das instalações de triagem pode regularmente descartar seus rejeitos de triagem em bocas de lobo E não há limpeza ativa das bocas de lobo nas redondezas das instalações de triagem que possa estar coletando qualquer resíduo descartado nas bocas de lobo.	0,1
Muito baixo	Há evidência esporádica de que uma minoria das instalações de triagem pode ocasionalmente descartar seus rejeitos de triagem em bocas de lobo, mas acredita-se que isso não seja frequente E não há limpeza ativa das bocas de lobo nas redondezas das instalações de triagem que possa estar coletando qualquer resíduo descartado nas bocas de lobo.	0,05
Nenhum	Não há evidência de instalações de triagem descartando rejeitos de triagem em bocas de lobo E não há limpeza ativa das bocas de lobo nas redondezas das instalações de triagem que possa estar coletando qualquer resíduo descartado nas bocas de lobo.	0

Tabela 37: Nível de disposição difuso em sistemas de água

Potencial do Destino	Descrição	Fator do Destino
Muito alto	Quase todas as instalações de triagem estão bem próximas (<500 m) aos sistemas de água aos quais elas têm acesso.	0,6
Elevado	A maioria das instalações de triagem está bem próxima (<500 m) aos sistemas de água aos quais elas têm acesso.	0,4
Médio	Aproximadamente metade das instalações de triagem está bem próxima (<500 m) aos sistemas de água aos quais elas têm acesso.	0,2
Baixo	Uma minoria das instalações de triagem está bem próxima (<500 m) aos sistemas de água aos quais elas têm acesso.	0,1
Muito baixo	Pouquíssimas instalações de triagem estão bem próximas (<500 m) aos sistemas de água aos quais elas têm acesso.	0,05
Nenhum	Não há instalações de triagem bem próximas (<500 m) aos sistemas de água ou o acesso a esses sistemas de água não é possível.	0

D4: Fonte pontual involuntária

O tipo de vazamento de “fonte pontual involuntária” representa plásticos que são liberados no meio ambiente de um número de fontes pontuais fixas ao passo que não estão sob o controle de ninguém.

Fontes pontuais para esse tipo de vazamento incluem instalações de disposição. Assim como ocorre com o tipo de vazamento de fonte pontual voluntária, observações devem ser conduzidas nas redondezas dos aterros sanitários. Se existirem múltiplos aterros sanitários, as observações devem ser realizadas fora do maior número possível de aterros, com as descrições que melhor correspondem à situação comum.

A árvore de decisão de destino e as tabelas descritivas auxiliares são mostradas na Figura 19 e nas Tabelas 38 - 40, respectivamente.

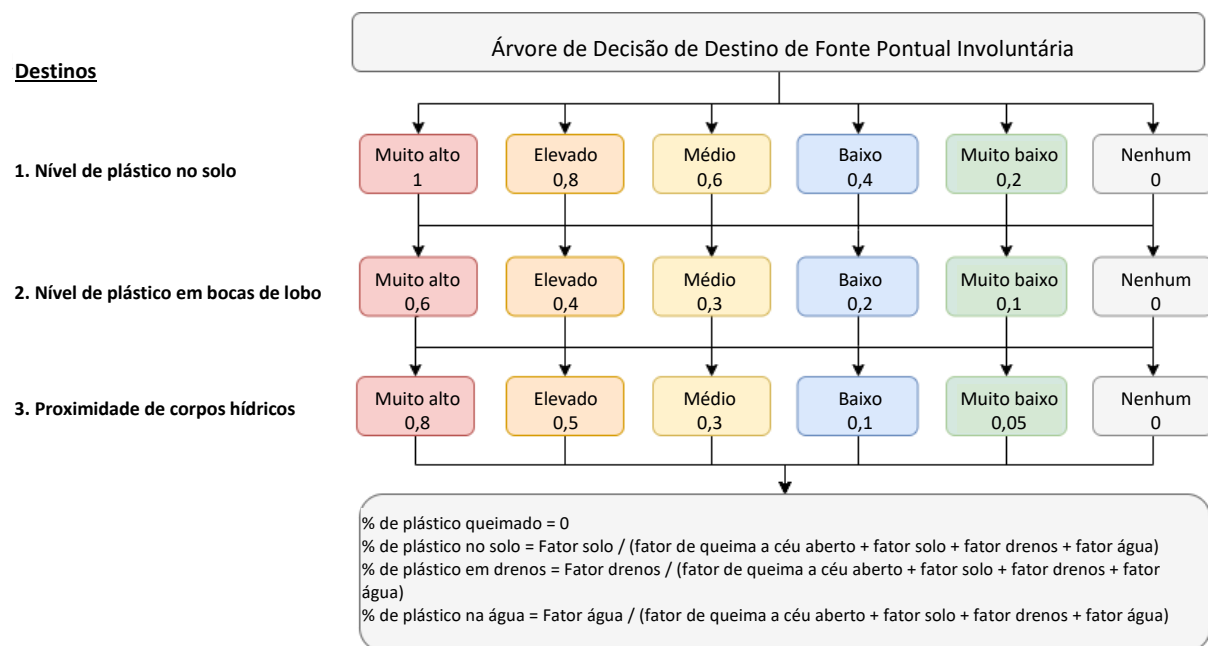


Figura 19: Árvore de decisão de destino para tipos de vazamento de fonte pontual involuntária

Tabela 38: Nível de vazamento de fonte pontual na terra

Potencial do Destino	Descrição	Fator do Destino
Muito alto	Nas redondezas das fontes pontuais, há evidência de grandes quantidades de plástico permanecendo na terra (incluindo aqueles presos na vegetação). OU Nas redondezas das fontes pontuais, há evidência de grandes quantidades de plástico permanecendo na terra (incluindo aqueles presos na vegetação) E ocorre a varrição regular das ruas.	1
Elevado	Nas redondezas das fontes pontuais, há evidência de grandes quantidades de plástico permanecendo na terra (incluindo aqueles presos na vegetação). OU Nas redondezas das fontes pontuais, há evidência de pequenas quantidades de plástico permanecendo na terra (incluindo aqueles presos na vegetação) E ocorre a varrição ocasional das ruas.	0,8
Médio	Nas redondezas das fontes pontuais, há evidência de pequenas quantidades de plástico permanecendo na terra (incluindo aqueles presos na vegetação), embora algumas áreas mostrem evidência de grandes quantidades. OU	0,6

	Nas redondezas das fontes pontuais, há evidência de pequenas quantidades de plástico permanecendo na terra (incluindo aqueles presos na vegetação) E ocorre a varrição não frequente das ruas.	
Baixo	Nas redondezas das fontes pontuais, há evidência de pequenas quantidades de plástico permanecendo na terra (incluindo aqueles presos na vegetação). OU Nas redondezas das fontes pontuais, há evidência de pequenas quantidades de plástico permanecendo na terra (incluindo aqueles presos na vegetação), mas a maioria das áreas apresenta de pouca a nenhuma evidência E a varrição de ruas é ocorre muito pouco frequentemente.	0,4
Muito baixo	Nas redondezas das fontes pontuais, há evidência de pequenas quantidades de plástico que permanecem na terra (incluindo aqueles presos na vegetação), mas a maioria das áreas mostra de pouca a nenhuma evidência E não há varrição ativa de ruas que possa estar coletando qualquer resíduo que vazou para a terra.	0,2
Nenhum	Nas redondezas das fontes pontuais, não há evidência de plástico permanecendo na terra (incluindo aqueles presos na vegetação) E não há varrição ativa de ruas que possa estar coletando qualquer resíduo que tenha vazado na terra.	0

Tabela 39: Nível de vazamento de fonte pontual em bocas de lobo

Potencial do Destino	Descrição	Fator do Destino
Muito alto	Nas redondezas de fontes pontuais, há evidência de grandes quantidades de plástico entrando em bocas de lobo. OU Nas redondezas de fontes pontuais, há evidência de grandes quantidades de plástico entrando em bocas de lobo E a maioria das bocas de lobo são limpas regularmente (várias vezes ao ano).	0,6
Elevado	Nas redondezas de fontes pontuais, há evidência de grandes quantidades de plástico entrando em bocas de lobo. OU Nas redondezas de fontes pontuais, há evidência de pequenas quantidades de plástico entrando em bocas de lobo, embora uma minoria das áreas mostre evidência de grandes quantidades E uma grande quantidade de bocas de lobo é limpa de uma a duas vezes ao ano	0,4
Médio	Nas redondezas de fontes pontuais, há evidência de pequenas quantidades de plástico entrando em bocas de lobo, embora uma minoria das áreas mostre evidência de grandes quantidades. OU Nas redondezas de fontes pontuais, há evidência de pequenas quantidades de plástico entrando em bocas de lobo E uma pequena quantidade das bocas de lobo é limpa de uma a duas vezes ao ano.	0,3
Baixo	Nas redondezas de fontes pontuais, há evidência de pequenas quantidades de plástico entrando em bocas de lobo. OU Nas redondezas de fontes pontuais, há evidência de pequenas quantidades de plástico entrando em bocas de lobo, mas a maioria das áreas mostra de pouca a nenhuma evidência E uma pequena quantidade de bocas de lobo é limpa uma vez ao ano.	0,2

Muito baixo	Nas redondezas de fontes pontuais, há evidência de pequenas quantidades de plástico entrando em bocas de lobo, mas a maioria das áreas mostra de pouca a nenhuma evidência E não há varrição ativa de ruas que possa estar coletando qualquer resíduo que tenha vazado na terra.	0,1
Nenhum	Nas redondezas de fontes pontuais, não há evidência de plástico entrando em bocas de lobo E não há varrição ativa de ruas que possa estar coletando qualquer resíduo que tenha vazado na terra.	0

Tabela 40: Nível de vazamento difuso até a água

Potencial do Destino	Descrição	Fator do Destino
Muito alto	Praticamente todas as fontes pontuais estão bem próximas (<1 km) de sistemas de água. A vegetação nos bancos dos sistemas de água é muito escassa.	0,8
Elevado	A maioria das fontes pontuais está bem próxima (<1 km) de sistemas de água. A vegetação nos bancos dos sistemas de água é escassa.	0,5
Médio	A maioria das fontes pontuais está bem próxima (<1 km) de sistemas de água. A vegetação nos bancos dos sistemas de água é densa.	0,3
Baixo	A maioria das fontes pontuais não está bem próxima (> 1 km) de sistemas de água. A vegetação nos bancos dos sistemas de água é escassa.	0,1
Muito baixo	A maioria das fontes pontuais não está bem próxima (> 1 km) de sistemas de água. A vegetação nos bancos dos sistemas de água é densa.	0,05
Nenhum	Nenhuma das fontes pontuais está bem próxima (> 1 km) de sistemas de água. A vegetação nos bancos dos sistemas de água é muito densa.	0

Etapa E: Desenvolvimento e comparação de cenários (opcional)

Como explicado no Capítulo 3, o DFR permite o desenvolvimento de cenários para permitir que os usuários calculem o possível impacto de se aplicar intervenções dentro do sistema de gerenciamento de resíduos. Por exemplo, o usuário poderia simular como o aumento da cobertura da coleta por quantidades definidas impactaria o restante do sistema de gerenciamento de resíduos, incluindo a quantidade de plástico que vaza para as vias fluviais.

Comparação com a “Entrada de dados iniciais”

As exigências de dados da planilha “Entrada de dados do cenário” diferem quando comparadas àquelas da planilha “Entrada de dados iniciais” porque seguem uma simples abordagem linear (geração de resíduos > coleta > tratamento > disposição). Isso é devido a cenários que não necessariamente precisam ser fundamentados nas medições baseadas no solo, portanto elas não têm as mesmas restrições que foram aplicadas aos dados iniciais para controle de qualidade. Por exemplo, no método de dados iniciais, a cobertura da coleta e o resíduo não coletado são calculados comparando-se as medições do que é tratado e descartado em comparação ao que é gerado na fonte. A planilha “Entrada de dados iniciais” usa os pesos medidos em toneladas como entrada. Por outro lado, a “Entrada de dados do cenário” não exige esses pontos de dados medidos, uma vez que ela avalia possíveis cenários hipotéticos. Ao invés disso, a planilha “Entrada de dados do cenário” utiliza amplamente os percentuais para dividir a geração inicial de resíduos em cada estágio do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos.

Essa abordagem tem tanto vantagens quanto desafios. Ao permitir a entrada de dados baseada em percentual para cada estágio do sistema de gerenciamento de resíduos, as intervenções podem ter como alvo aspectos que não seriam viáveis usando a abordagem de dados iniciais. Por exemplo, a cobertura (%) da coleta pode ser especificada como uma entrada e, assim, analisada como uma intervenção. No entanto, desafios com esse método de cenário envolvem como o usuário consegue selecionar apropriadamente os percentuais para essas entradas se eles não podem ser medidos diretamente.

Cenários de execução

Os desafios acima podem ser parcialmente negados aplicando-se os cenários de duas maneiras:

- 1) Teste independente
- 2) Em relação ao cenário de dados iniciais

No **método de teste independente**, os usuários podem simplesmente testar vários cenários calculando os valores de entrada de dados sem que eles mesmos tenham realizado qualquer medição. Aqui, a exatidão das entradas de dados não é importante, uma vez que os usuários estão avaliando tendências gerais que surgem a partir da alteração de diferentes entradas.

Em contraste, no **método relativo ao cenário de dados iniciais**, os usuários já devem ter conduzido a coleta de dados para a abordagem de dados iniciais e, portanto, presume-se que queiram avaliar sistematicamente o impacto da aplicação de diferentes intervenções. Nesse método, todas as entradas devem ser definidas como as da planilha “Entrada de dados iniciais”, exceto aquelas alteradas como parte de uma intervenção. O Diagrama de Fluxo de Resíduos torna esse processo mais fácil para o usuário mostrando os valores de entrada de dados iniciais juntamente com os das células de entrada de cenários, permitindo assim que os usuários repliquem isso. Para entradas que têm diferentes unidades ou que não foram exigidas na abordagem de dados iniciais (ou seja, cobertura da coleta), o DFR também converte essas entradas no formato correto. No entanto, devido à diferença nos métodos de cálculo explicados acima, é improvável que o cenário corresponda exatamente aos resultados de dados iniciais, mesmo se dados idênticos sejam inseridos, embora as variações sejam geralmente menores. Se as variações forem significativas, sugerimos realizar todo o teste de cenário no método independente.

Embora os usuários possam alterar os valores na seção de entrada de dados “5. Níveis de poluente plástico por destino”, isso só seria realizado no método de teste independente ou para o método em relação ao cenário de dados iniciais se os usuários desejarem testar uma intervenção que se aplique aos destinos. Por exemplo, intervenções para aumentar as varrições de rua devem ter os percentuais de terra aumentados, enquanto intervenções para aumentar as limpezas de bocas de lobo devem ter os percentuais de bocas de lobo aumentados.

Etapa F: Resultados

F1: Tabelas resumidas

A planilha “Resumo dos resultados” no modelo Excel resume automaticamente todos os resultados em duas tabelas. As duas tabelas são desenhadas em tamanhos para impressão (ajustado para A4). A Tabela 41 apresenta os resultados relacionados aos fluxos de resíduos em todo o sistema GRSU. Os resultados são definidos tanto para RSU total gerado como para o total de resíduo plástico gerado, e são medidos em toneladas por ano e como percentuais. Dos resultados mostrados, os resultados de “resíduo coletado” e “tratado em instalações controladas” são aqueles a serem usados para o relato dos indicadores ODS 11.6.1.

Tabela 42: Resultados de fluxo de resíduo plástico não tratado como relatado pelo DFR (resultados fictícios). A Tabela 42 apresenta os resultados para o resíduo plástico não tratado. Isso inclui a quantidade total de resíduos plásticos não tratados, as diferentes fontes e a contribuição relativa do vazamento plástico para resíduo plástico não tratado, bem como os destinos finais/terminais desse poluente plástico. A tabela ainda apresenta um indicador resumido do poluente plástico (medido usando duas unidades alternativas) que pode ser usado como uma referência.

Tabela 41: Resultados do plástico e do fluxo RSU dentro do sistema GRSU como relatado pelo DFR (resultados fictícios).

	Resíduo plástico				Resíduos Sólidos Municipais				Unidade
	Dados iniciais	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Dados iniciais	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	
Geração de resíduos sólidos urbanos	20.696	20.696	20.696	20.696	229.950	229.950	229.950	229.950	Toneladas/ano
Geração de resíduos sólidos urbanos	57	57	57	57	630	630	630	630	Toneladas/dia
Resíduo coletado	12.969	15.805	17.875	19.944	123.929	149.081	172.076	195.071	Toneladas/ano
Resíduo coletado	63%	76%	86%	96%	54%	65%	75%	85%	% de geração de resíduos
Resíduo não coletado	7.727	4.890	2.821	751	106.021	80.869	57.874	34.879	Toneladas/ano
Resíduo não coletado	37%	24%	14%	4%	46%	35%	25%	15%	% de geração de resíduos
Resíduo separado para recuperação (exclui energia do resíduo)	5.110	5.352	5.680	6.008	17.520	18.172	19.350	20.527	Toneladas/ano
Resíduo separado para recuperação (exclui energia do resíduo)	25%	26%	27%	29%	8%	8%	8%	9%	% de geração de resíduos
Resíduo separado para recuperação pelo setor formal (exclui energia do resíduo)	7%	9%	10%	11%	2%	3%	3%	4%	% de geração de resíduos
Resíduo separado para recuperação pelo setor informal (exclui energia do resíduo)	18%	17%	17%	18%	5%	5%	5%	5%	% de geração de resíduos
Energia do resíduo	365	497	579	662	3.650	4.561	5.321	6.081	Toneladas/ano
Energia do resíduo	2%	2%	3%	3%	2%	2%	2%	3%	% de geração de resíduos
Disposição em instalações de disposição	7.300	9.924	11.578	13.232	102.565	126.315	147.368	168.420	Toneladas/ano
Disposição em instalações de disposição	35%	48%	56%	64%	45%	55%	64%	73%	% de geração de resíduos
Tratado em instalações controladas	0	0	8.919	19.902	0	0	86.019	195.028	Toneladas/ano
Tratado em instalações controladas	0%	0%	43%	96%	0%	0%	-37%	85%	% de geração de resíduos

Tabela 42: Resultados dos fluxos de resíduos plásticos não tratados como relatado pelo DFR (resultados fictícios).

	Resíduo plástico				Unidade
	Dados iniciais	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	
Resíduo plástico não tratado	7.931	4.937	2.875	812	Toneladas/ano
Resíduo plástico não tratado	38%	24%	14%	4%	% de geração de resíduos plásticos
<i>Contribuição de resíduo não coletado</i>	97,43%	99,06%	98,13%	92,49%	% de resíduo plástico mal gerenciado
<i>Contribuição do serviço de coleta</i>	1,81%	0,25%	0,50%	2,04%	% de resíduo plástico mal gerenciado
<i>Contribuição da coleta de cadeia de valor informal</i>	0,38%	0,07%	0,12%	0,42%	% de resíduo plástico mal gerenciado
<i>Contribuição da triagem formal</i>	0,09%	0,18%	0,36%	1,47%	% de resíduo plástico mal gerenciado
<i>Contribuição da triagem informal</i>	0,15%	0,16%	0,32%	1,30%	% de resíduo plástico mal gerenciado
<i>Contribuição do transporte</i>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	% de resíduo plástico mal gerenciado
<i>Contribuição de instalações de disposição</i>	0,13%	0,28%	0,56%	2,28%	% de resíduo plástico mal gerenciado
Resíduo plástico retido no solo	3.394	2.084	1.216	351	Toneladas/ano
Resíduo plástico retido no solo	43%	42%	42%	43%	% de resíduo plástico mal gerenciado
Resíduo plástico queimado a céu aberto	2.042	1.296	753	210	Toneladas/ano
Resíduo plástico queimado a céu aberto	26%	26%	26%	26%	% de resíduo plástico mal gerenciado
Resíduo plástico retirado das bocas de lobo	334	207	120	34	Toneladas/ano
Resíduo plástico retirado das bocas de lobo	4%	4%	4%	4%	% de resíduo plástico mal gerenciado
Resíduo plástico em sistemas de água	2.160	1.350	785	218	Toneladas/ano
Resíduo plástico em sistemas de água	27%	27%	27%	27%	% de resíduo plástico mal gerenciado
Resíduo plástico em sistemas de água	10%	7%	4%	1%	% de geração de resíduos plásticos
<i>Contribuição entrando diretamente em sistemas de água</i>	38%	39%	39%	39%	% de plástico em sistemas de água
<i>Contribuição entrando por meio de bocas de lobo</i>	62%	61%	61%	61%	% de plástico em sistemas de água
Plástico em sistemas de água por pessoa	2,2	1,3	0,8	0,2	kg por pessoa/ano
Plástico em sistemas de água por pessoa	72	45	26	7	nº de garrafas PET por pessoa/ano*
Plástico em sistemas de água	25	16	9	3	nº de piscinas olímpicas/ano**
Plástico em sistemas de água	3.177	1.985	1.155	321	nº de caminhões de lixo/ano***

*Massa de garrafas PET de 1,5 litro 30 g

**Volume da piscina: 2.500 m³, Resíduo plástico de densidade mista: 34 kg/m³

***Volume do caminhão: 20 m³, Resíduo plástico de densidade mista: 34 kg/m³

F2: Diagramas de Fluxo

Todos os resultados obtidos pela avaliação de DFR podem ser visualizados em diagramas padronizados. Isso pode ser obtido seguindo as instruções apresentadas no modelo DFR e usando a ferramenta livre baseada na internet “SankeyMatic” (<http://SankeyMatic.com/>).

O DFR permite a geração de dois tipos de diagramas:

- 1) **Diagrama Básico de Sankey:** Esse tipo de diagrama mostra os principais fluxos relacionados a GRSU no estudo de caso (Figura 20). Ao fazer o mapeamento para plástico, essa opção não visualiza os vazamentos plásticos (Figura 21). Ao fazer o mapeamento para qualquer coisa que não o plástico, essa opção não mostra os destinos, mas, ao invés disso, mostra apenas a entrada do resíduo no ambiente em geral.
- 2) **Diagrama Complexo de Sankey:** Esse diagrama inclui todos os fluxos considerados na opção básica, bem como vazamentos considerando plásticos (Figura 22). Assim como com o Diagrama Básico de Sankey, ao mapear os itens de fluxos de não plásticos (incluindo RSU), os destinos não são incluídos, pois esses são calculados apenas para os fluxos de plásticos. Ao invés disso, o diagrama generaliza o resíduo não tratado como estando no meio ambiente.

Quando a planilha nomeada “Diagrama de Fluxo” é aberta no Excel, a primeira coisa que você vê é o mapa do sistema (Figura 4). Role para baixo e você encontrará três caixas cinza com todas as informações que precisa para criar os Diagramas de Sankey. Para referência, essas instruções são as seguintes:

Instruções para mapear os resultados num diagrama de Sankey usando o SankeyMatic:

- 1) Selecione qual cenário e material você gostaria de mapear modificando o menu suspenso na margem superior esquerda desta página.
- 2) Decida qual Diagrama de Sankey você deseja mapear (básico ou complexo).
- 3) Copie o código cinza da caixa cinza.
- 4) Vá para <http://SankeyMatic.com/build>.
- 5) Cole o código na caixa “Inputs:” [Entradas].
- 6) Exclua qualquer marca de citação presente no início e no final do código copiado.

Instruções opcionais para formatação como observado nos exemplos:

- 7) Nas opções “Size, Spacing and Shape” [Tamanho, Espaçamento e Formato], altere a largura do diagrama para 800px e a largura do nó para 5px.
- 8) Na opção “Colors” [Cores], altere a opção “Node Colors” [Cores dos Nós] para “Use a single color” [Use uma única cor] e selecione a cor preta. Defina a “Flow Opacity” [Opacidade do Fluxo] para 1.0.
- 9) Na opção “Labels & Units” [Rótulos e Unidades], retire a seleção da caixa “Show labels” [Mostre os rótulos]. Nós adicionaremos esses itens manualmente posteriormente.
- 10) Se necessário, arraste os nós dos fluxos para um *layout* mais adequado. Isso deve ser feito por último, uma vez que qualquer alteração subsequente ao estilo do diagrama de Sankey pode reverter esta etapa.
- 11) Assim que estiver satisfeito com o formato, exporte a imagem usando a caixa de seleção “Export Diagram” [Exportar Diagrama].
- 12) Abra a imagem num software de sua preferência (isto é, Microsoft Powerpoint) e adicione caixas de texto e quantidades. O Diagrama de Fluxo de Resíduos tem um modelo em Powerpoint pré-desenvolvido para baixar para auxiliar na criação de Diagramas de Sankey, disponível em <http://plasticpollution.leeds.ac.uk>. Os rótulos, tanto em massa quanto em percentuais, são exibidos na planilha “Diagramas de Fluxos” do DFR para facilitar a entrada.

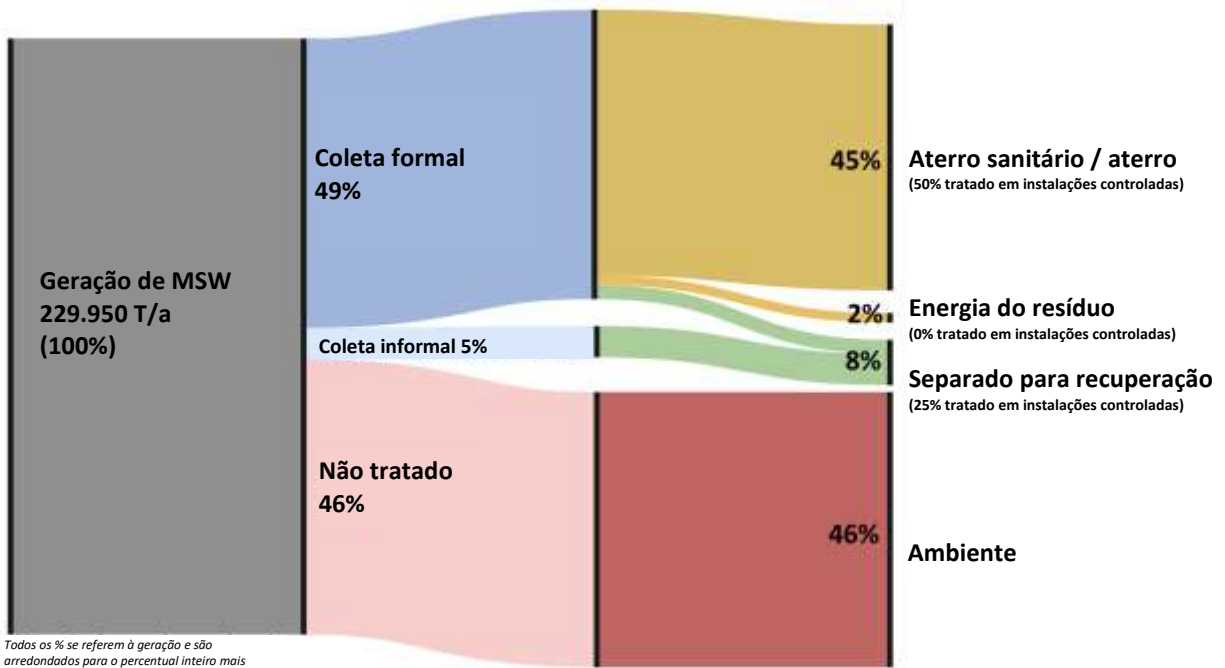


Figura 20: Diagrama de Fluxo de Resíduos mostrando os fluxos para todo RSU (com base no diagrama básico de Sankey e usando dados fictícios)

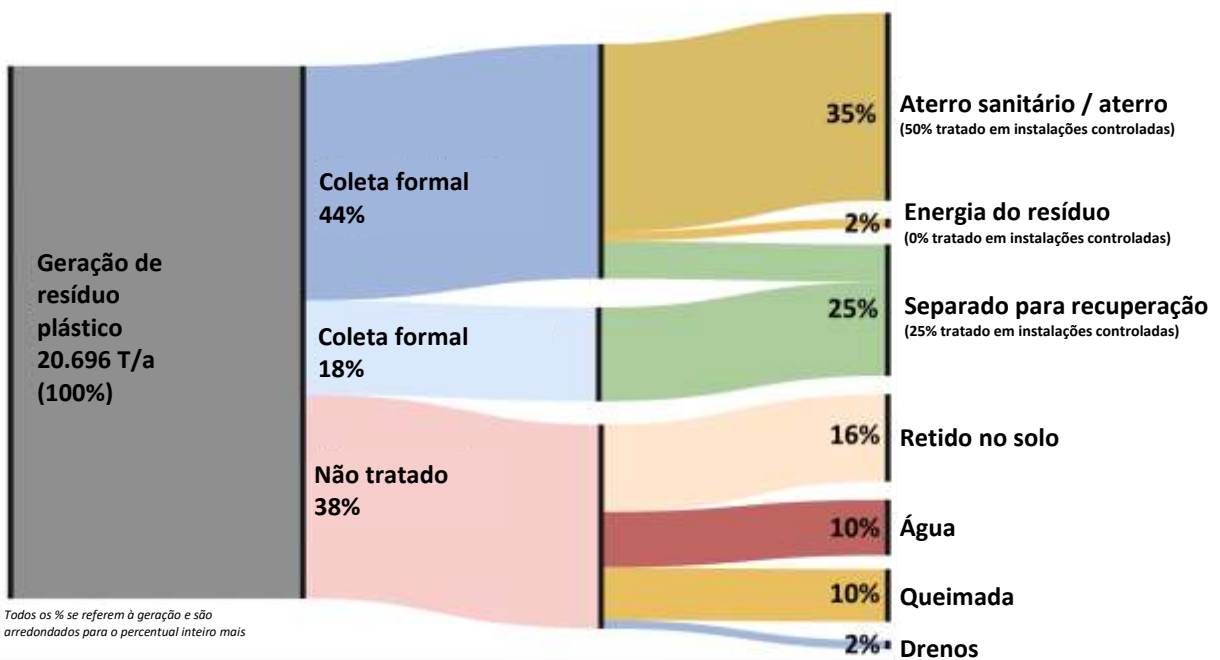


Figura 21: Diagrama de Fluxo de resíduos plásticos mostrando os fluxos para todo resíduo plástico (com base no diagrama básico de Sankey e usando dados fictícios)

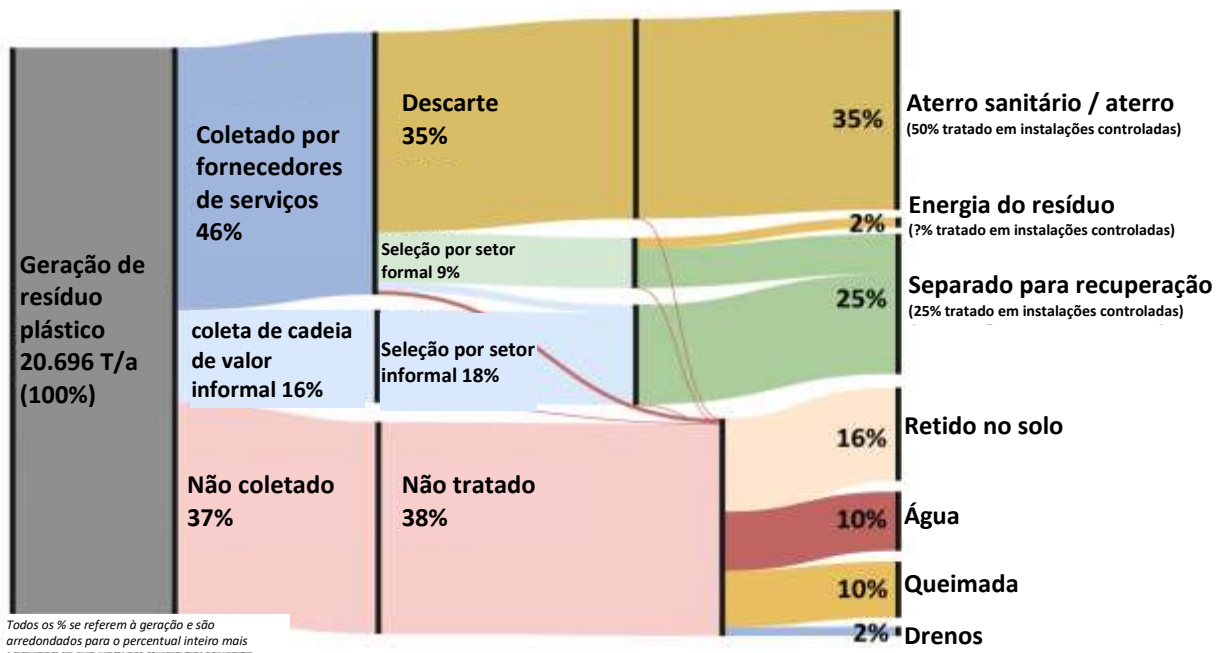


Figura 22: Diagrama de Fluxo de resíduos plásticos mostrando os fluxos para todo resíduo plástico (com base no diagrama complexo de Sankey e usando dados fictícios)

F3: Interpretação dos resultados

Os resultados do DFR podem ser visualizados em uma série de formatos. Aqueles apresentados na Tabela 41 estão relacionados aos fluxos gerais de RSU e no sistema GRSU e podem ser usados para relatar os subindicadores ODS 11.6.1: geração de resíduos, cobertura de coleta e quantidade de resíduo tratado em instalações controladas. As unidades são normalmente apresentadas tanto em toneladas por ano como em percentual de geração de resíduos de forma a informar sobre a magnitude e sua importância em comparação ao restante dos fluxos.

Ao invés disso, a Tabela 42 foca nos fluxos de resíduos plásticos, especialmente detalhando os vazamentos de plástico e até onde eles chegam no meio ambiente (ou seja, destinos). Esses dados mostram a quebra do vazamento plástico por cada estágio do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos, novamente tanto em formato de massas absolutas como em percentual. Isso permite que os usuários identifiquem rapidamente os principais pontos de vazamento e, assim, direcionarem as intervenções. Da mesma forma, os cenários mostrados para esses resultados podem transmitir o grau com que certas intervenções, se aplicadas, impactariam o poluente plástico. Além disso, os destinos de todos os vazamentos plásticos são preparados. Um detalhamento particular é dado ao destino da água, com isso sendo convertido em vários exemplos de fácil visualização e comunicação, como o número de embalagens PET por pessoa, o número de piscinas olímpicas e o número de caminhões de resíduos.

Por fim, os diagramas de Sankey mostrados na seção F2 exibem os resultados de maneira clara e fácil de interpretar para permitir a disseminação a não especialistas em resíduos, como agentes governamentais. Enquanto evitam o detalhamento do diagrama de fluxo, os principais fluxos do sistema podem ser identificados com percentuais alocados para cada um.

Observação: É muito provável que, para alguns estudos de caso, a estimativa da massa ou do percentual de plástico que entra nos sistemas de água seja menor do que o esperado. Contudo, é importante considerar que esses cálculos provavelmente diferem de estimativas anteriores, como aquelas que aplicam percentuais genéricos de resíduos que entram na água para todo o resíduo mal gerido considerando-se uma abordagem mais estruturada e detalhada englobando as práticas de gerenciamento de resíduos. Da mesma forma, o plástico possui uma densidade muito baixa; portanto, embora a massa ou o peso % possam ser relativamente pequenos, isso ainda será significativo em termos de volume ou número de itens.

Etapa G: Compartilhamento de seus resultados

Por que compartilhar seu estudo de caso conosco?

Embora o Diagrama de Fluxo de Resíduos (DFR) seja livremente distribuído sob a licença do *creative commons* (CC-BY-ND), nós encorajamos os usuários a incluir a equipe de desenvolvimento na aplicação do kit de ferramentas e a compartilhar os resultados. Isso tem uma série de benefícios mútuos, como:

1. Permite que nós o ajudemos a aplicar o kit de ferramentas
2. Ajuda a fornecer a garantia de qualidade
3. Aumenta a disponibilidade de dados para o gerenciamento de resíduos e o lixo marinho
4. Aumenta a robustez do DFR
5. Desenvolve uma comunidade de prática para a prevenção de lixo marinho orientada por dados

Quais informações devem ser compartilhadas?

Encorajamos os usuários a compartilhar as seguintes informações conosco:

1. Relatórios de estudo de caso completos e planilhas de DFR em Excel
2. Se possível, os dados primários adquiridos durante as visitas de campo para aplicação do DFR. Isso nos permitirá apresentar a garantia de qualidade”.

Como compartilhar seu estudo de caso conosco

Independentemente de estar apenas começando a aplicar o Diagrama de Fluxo de Resíduos ou de ter concluído um estudo de caso, contate Dr. Costas Velis (C.Velis@leeds.ac.uk) ou Steffen Blume (Steffen.blume@giz) para saber como nós podemos ajudar.

Onde serão armazenados os dados?

Após verificações de garantia de qualidade, os dados e os resultados de seu estudo de caso serão armazenados e disponibilizados publicamente no Repositório da University of Leeds, na coleção de Diagrama de Fluxos de Resíduos. Todos os dados serão tratados em conformidade com os regulamentos de GDPR.

Anexos

Anexo 1: Elementos no mapa do sistema

Nós podemos distinguir dois tipos de elementos no mapa do sistema: processos e fluxos. Os processos representam estágios do sistema GRSU, frações não controladas ou destinos finais. Todos eles são explicados na seção “Conceitos-chave”. Todos os fluxos no mapa do sistema são apresentados na Tabela 43 e na Tabela 44.

Fluxos relacionados a GRSU

A Tabela 43 mostra os processos relacionados a GRSU juntamente com as descrições de cada fluxo e os cálculos usados para sua determinação. É importante observar que os elementos de tempo foram removidos da equação, uma vez que eles podem diferir com base em fontes de dados individuais; no entanto, essas entradas devem ser convertidas para um cronograma anual, como exigido pelo DFR.

Tabela 43: Fluxos do mapa de sistema relacionados a GRSU

Número do fluxo	Nome do fluxo	Descrição	Cálculo
F1	Geração de RSU	Este fluxo representa todo RSU gerado dentro da área do estudo de caso. Para definição de RSU, consulte a seção “Conceitos-chave”.	<p>O total de geração de RSU é calculado com base na população total e na taxa de geração per capita.</p> <p>Plástico: o total de resíduo plástico gerado é calculado multiplicando-se o RSU total gerado pela porção de plástico nos dados de composição apresentados.</p> <p>F1 = População × geração per capita RSU</p>
F2	Resíduo capturado pelos serviços de coleta	<p>Este fluxo inclui todo RSU gerado que será coletado por um dos seguintes serviços de coleta:</p> <ul style="list-style-type: none">• Coleta formal de resíduos mistos• Coleta separada de fonte formal• Coleta informal de resíduos mistos <p>Este fluxo representa as quantidades antes da coleta.</p>	<p>O fluxo é calculado de maneira retrospectiva. A ferramenta automaticamente soma as quantidades dadas para F7, F8, a porção de F9 coletada pelos serviços informais de coleta de resíduos mistos (e não cadeia de valor), F10 e seus vazamentos correspondentes (F12 e F14).</p> <p>Consulte o passo B “B4: Ponto de dados 7 -” para mais detalhes sobre como determinar a porção de F9.</p> <p>F2 = (F5 + F7) / (1 - $\frac{\% \text{ vazamento de serviços de coletas}}{100}$)</p>

<p>F3</p> <p>Materiais coletados pela cadeia informal de valor</p>	<p>Este fluxo inclui somente aqueles materiais gerados que serão coletados por catadores informais de lixo, mas que ainda não foram coletados. Os catadores de lixo são normalmente ativos em centros de disposição/destinação e ruas, mas eles também podem separar recicláveis de veículos de coleta enquanto realizam o serviço de coleta. Geralmente, os catadores de lixo têm como objetivo materiais com valor para reciclagem e mercado existente (ex., PET).</p> <p>Materiais separados durante a coleta informal de resíduos mistos são contabilizados em F2.</p>	<p>Este fluxo é calculado de maneira retrospectiva. A ferramenta automaticamente soma a porção de F9 coletada pela cadeia informal de valor (e não cadeia informal de serviço) e vazamentos correspondentes (F15 e F13).</p> <p>Consulte o passo B “B4: Ponto de dados 7 -” para mais detalhes sobre como determinar a porção de F9 para este fluxo.</p> $F3 = F6 / \left(1 - \frac{\% \text{ vazamento da coleta de cadeia informal de valor}}{100} \right)$
<p>F4</p> <p>Resíduo não coletado</p>	<p>Resíduo não coletado se refere a todo resíduo gerado pelos geradores que não termina numa instalação de recuperação ou de disposição. Esse resíduo nunca é coletado ou é coletado por serviços de coleta primária, mas depois é descartado num centro de disposição não classificado como instalação de disposição.</p>	<p>O resíduo não coletado é calculado por meio do equilíbrio de massa, subtraindo-se as quantidades que chegam nas instalações de recuperação e de disposição e além de seus vazamentos do total de RSU gerado (F1).</p> $F4 = F1 - F2 - F3$
<p>F5</p> <p>Resíduo do serviço de coleta desviado para disposição</p>	<p>Este fluxo representa todo RSU coletado por serviços de coleta que é desviado para uma instalação de triagem ou uma instalação de recuperação de energia, mas que ainda não foi separado ou tratado.</p>	<p>Este fluxo é calculado de maneira retrospectiva. A ferramenta automaticamente soma as quantidades atribuídas para F8, a porção de F9 coletada pelos serviços informais de coleta de resíduos mistos (e não cadeia de valor), F10 e seus vazamentos (F14, F15).</p> <p>Consulte o passo B “B4: Ponto de dados 7 -” para mais detalhes sobre como determinar a porção de F9.</p> $F5 = \left[\frac{F8}{1 - \% \text{ vazamento da separação formal}/100} \right] + F10 + \left[\frac{F9 \times \% \text{ de resíduos coletados por serviços de coleta informal}}{1 - \% \text{ vazamento da separação de cadeia de serviços informais}/100} \right]$
<p>F6</p> <p>Material coletado</p>	<p>Este fluxo representa a quantidade de recicláveis que foi coletada pela cadeia</p>	<p>Este fluxo é calculado de maneira retrospectiva. A ferramenta calcula a porção de F9 coletada pela cadeia informal de valor (e não cadeia de serviço).</p>

	pela cadeia informal de valor	informal de valor, mas que ainda não foi separada.	<p>F6 = F9 - F9 × % de resíduos coletados por serviços de coleta informal</p> <p>Consulte o passo B “B4: Ponto de dados 7 -” para mais detalhes sobre como determinar a porção de F9.</p>
F7	Direcionar para disposição (não tratado)	Este fluxo representa a quantidade que é direcionada para disposição, mas que ainda não foi transportada.	<p>Este fluxo é calculado de maneira retrospectiva. A ferramenta automaticamente soma a quantidade que chega nas instalações de disposição (F11) e os vazamentos gerados durante o transporte (F16).</p> $F7 = F11 / \left(1 - \frac{\% \text{ vazamento durante o transporte}}{100} \right)$
F8	Separado para recuperação a partir da coleta formal	Este fluxo inclui todo RSU que termina em instalações formais de triagem que separam materiais para sua recuperação. Este fluxo exclui materiais que foram separados dos resíduos para energia.	<p>Os dados para este fluxo podem ser obtidos por meio da coleta de dados primários usando a metodologia ODS 11.6.1.</p> <p>F8 = Entrada de dados iniciais nº 6</p>
F9	Separado para recuperação a partir da coleta informal	Este fluxo inclui todos os materiais de RSU que foram originalmente coletados e, portanto, separados pelo setor informal. Este fluxo exclui materiais que foram informalmente separados da recuperação para energia.	<p>Os dados para este fluxo podem ser obtidos por meio da coleta de dados primários usando a metodologia ODS 11.6.1.</p> <p>F9 = Entrada de dados iniciais nº 7</p>
F10	Energia do resíduo	Este fluxo representa a quantidade de RSU que é tratado numa planta de recuperação de energia.	<p>Os dados para este fluxo podem ser obtidos por meio da coleta de dados primários usando a metodologia ODS 11.6.1.</p> <p>F10 = Entrada de dados iniciais nº 5</p>
F11	Resíduo para disposição	Este fluxo representa a quantidade de RSU que é despejada em todas as instalações de disposição existentes no estudo de caso.	<p>Os dados para este fluxo podem ser obtidos por meio da coleta de dados primários usando a metodologia ODS 11.6.1. O resíduo coletado pelo setor informal em centros de disposição foi deduzido de F11 e é incluído em F3 (consulte também simplificações).</p> <p>F11 = Entrada de dados iniciais nº 4</p>

Fluxos relacionados ao vazamento plástico

A Tabela 44 mostra os fluxos relacionados aos plásticos que vazaram no meio ambiente.

Tabela 44: Fluxos do mapa de sistema relacionados a vazamento plástico

Número do fluxo	Nome do fluxo	Inclui	Exclui
F12	Vazamento plástico de serviços de coleta	<ul style="list-style-type: none"> Vazamentos ocorrendo durante o armazenamento do resíduo antes de sua coleta (recipientes de rua, lixeiras de rua etc.) Vazamentos ocorrendo durante o carregamento dos caminhões de coleta (de cadeias formais e informais de serviços) Vazamentos ocorrendo durante a coleta primária (de cadeias formais e informais de serviços) Vazamentos ocorrendo devido aos múltiplos manuseios do resíduo (ou seja, estações de transferência) (de cadeias formais e informais de serviços) Vazamentos ocorrendo durante a coleta formal separada na fonte de frações do resíduo 	<ul style="list-style-type: none"> Vazamentos do setor informal de cadeia de valor. Esses são contados separadamente em F13. <p>F12 = F2 × %vazamento de serviços de coletas</p>
F13	Vazamento plástico da coleta de cadeia informal de valor	<ul style="list-style-type: none"> Vazamentos ocorrendo durante a extração de recicláveis dos recipientes de rua Vazamentos ocorrendo durante o transporte desses recicláveis até as instalações de triagem 	<ul style="list-style-type: none"> Vazamentos ocorrendo durante a coleta informal de resíduos mistos. Esses são contados em F12 Presume-se que a quantidade (de materiais de valor) coletada informalmente diretamente das residências ou centros de disposição não gere nenhum vazamento (seria considerado como perda de valor, o que será evitado pelos catadores de lixo). <p>F13 = F3 × % vazamento da coleta de cadeia informal de valor</p>
F14	Vazamento plástico da triagem formal	<ul style="list-style-type: none"> Vazamentos gerados devido ao mau gerenciamento dado aos rejeitos 	<p>F14 = F8 × % vazamento de plástico da separação formal</p>
F15	Vazamento plástico da	<ul style="list-style-type: none"> Vazamentos gerados devido ao mau gerenciamento dado aos rejeitos 	<p>F15 = F9 × % de resíduos coletados por serviços de coleta informal × % vazamento da separação informal</p>

	triagem informal		
F16	Vazamento plástico durante o transporte para disposição	<ul style="list-style-type: none"> Vazamentos ocorrendo durante o transporte de RSU até as instalações de disposição 	<ul style="list-style-type: none"> Vazamentos ocorrendo durante o transporte de RSU até as instalações de triagem ou de recuperação de energia <p>F16 = F7 × %vazamento durante o transporte</p>
F17	Vazamento plástico de disposição	<ul style="list-style-type: none"> Vazamentos devido a eventos de enchente e deslizamento de terra de instalações de disposição Vazamentos devido ao vento de instalações de disposição 	<ul style="list-style-type: none"> Vazamentos de outros centros de disposição não classificados como instalações de disposição. Esses são contados como resíduo não coletado em F4. Assume-se que a triagem informal no aterro sanitário não cause vazamento, uma vez que todos os rejeitos são descarregados novamente no aterro sanitário. Qualquer atividade de triagem formal no aterro sanitário tem seus vazamentos contabilizados em F14. <p>F17 = F11 × % vazamento do descarte</p>
F18	Plástico entrando em sistemas de água (diretamente ou por transporte por terra)	Resíduo plástico que entrou ou entrará em algum momento nos sistemas de água e continuará dessa forma. Para a definição sobre o que é contado como sistema de água, consulte a seção “Conceitos-chave”.	<p>F18 = $\sum_{i=17} F_i \times \% \text{ para água de cada vazamento}$</p> <p>+ F₄ × % para água de resíduos não coletados</p>
F19	Resíduo plástico entrando em bocas de lobo	Resíduo plástico que entrou ou entrará em algum ponto em bocas de lobo.	<ul style="list-style-type: none"> Resíduo plástico no sistema de esgoto sanitário (a menos que isso esteja combinado ao esgoto de bocas de lobo) <p>F19 = $\sum_{i=12}^{17} F_i \times \% \text{ para bocas de lobo de cada vazamento}$</p> <p>+ F₄ × % para bocas de lobo de resíduos não coletados</p>

F20	Plástico em bocas de lobo até os sistemas de água	Resíduo plástico em bocas de lobo que não foi removido (uma vez que assume-se que esse plástico seja transportado em algum ponto até os corpos hídricos, se não for coletado).	<ul style="list-style-type: none"> Resíduos plásticos retirados das bocas de lobo e colocados num local em que não entrarão novamente num estágio posterior. <p>F20 = F19 × % limpo de bueiros</p>
F21	Plástico retido na terra	Resíduo plástico que continua indefinidamente na terra. Por exemplo, plástico preso na vegetação, plástico isolado na terra sem capacidade para entrar na água ou nas bocas de lobo e plástico enterrado pelos residentes. Isso também inclui qualquer resíduo plástico que estava originalmente na terra, mas que foi posteriormente coletado por atividades de varredura de ruas.	<ul style="list-style-type: none"> Resíduo plástico em instalações de disposição (eles são incluídos separadamente), resíduo que viaja por solo e por fim entra na água ou nas bocas de lobo, ou resíduos descartados em fossas de lixo que acabam por ser esvaziadas num local que não a terra. <p>F21 = $\sum_{i=12}^{17} F_i \times \% \text{ para aterrar de cada vazamento}$ + F₄ × % para aterrar de resíduos não coletados</p>
F22	Resíduo plástico queimado abertamente	Resíduo plástico que foi ou irá em algum momento ser queimado a céu aberto como um método de disposição (ou seja, queima de resíduos não coletados pelos residentes ou queima de rejeitos separados).	<ul style="list-style-type: none"> Plástico queimado pelos residentes para combustível (uma vez que isso não é considerado resíduo) ou queima que ocorre em instalações dedicadas como incineradoras (uma vez que isso é contabilizado para energia do fluxo de resíduo). <p>F22 = $\sum_{i=17}^{17} F_i \times \% \text{ queimada de cada vazamento}$ + F₄ × % queimada de resíduos não coletados</p>

Anexo 2: Exemplo de avaliação de vazamento para transporte

Aqui nós delineamos um exemplo de avaliação dos veículos de transporte dentro do município de forma a guiar os usuários sobre como realizar essas avaliações.

Para referência, a árvore de decisão para o transporte é como segue:

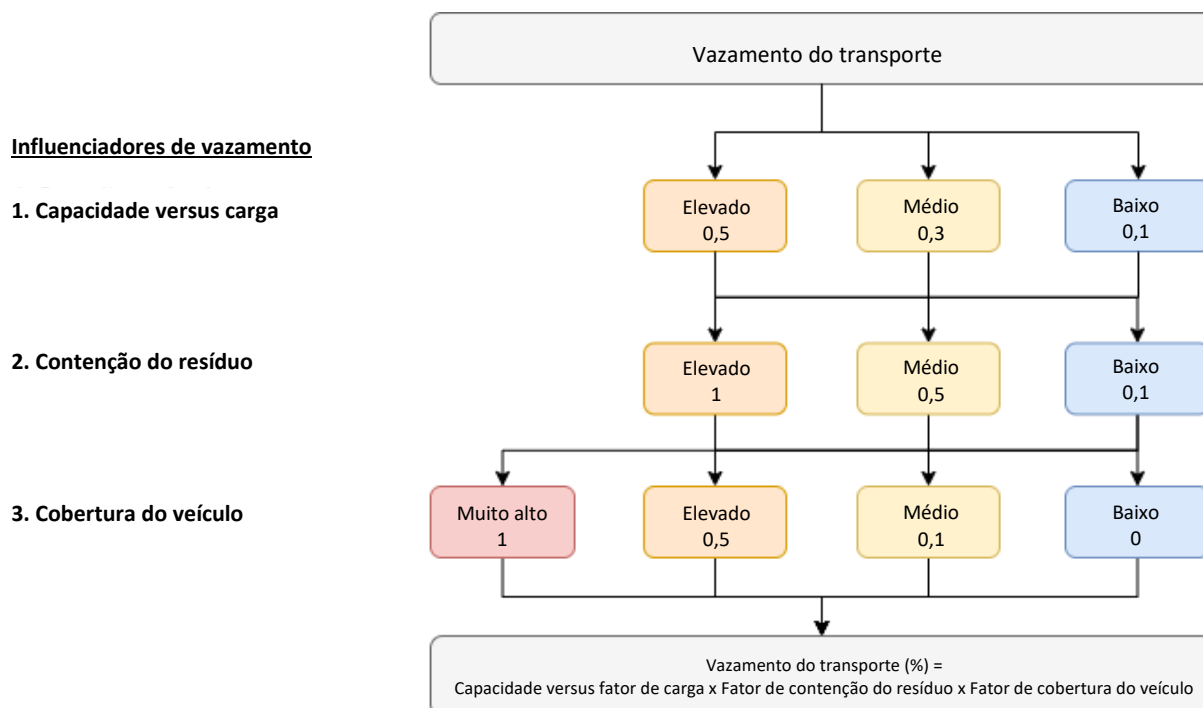


Figura 23: Árvore de decisão e cálculo dos vazamentos de Transporte

É possível observar que há 3 influenciadores de vazamento, (1) capacidade *versus* carga, (2) contenção do resíduo e (3) cobertura do veículo. Primeiramente, considerando o primeiro influenciador, capacidade *versus* carga, suponha que as avaliações observacionais dentro da área de estudo sugeriram que a maioria dos veículos de transporte se parecia com o que é mostrado na Figura 25 e está, portanto, claramente rodando acima da capacidade. Isso é independentemente de qualquer cobertura subsequente, já que isso é abordado mais tarde. Com base nas observações, a avaliação seria, então, considerada como melhor ajustada no potencial de vazamento “alto”, como mostrado na Tabela 45

Capacidade versus carga

Tabela 45: Níveis de potencial de vazamento para o influenciador “capacidade versus carga”

Potencial de Vazamento	Descrição	Fator de Vazamento
Elevado	A carga na maioria dos veículos de coleta excede a capacidade.	0,5
Médio	Aproximadamente metade da carga dos caminhões excede a capacidade.	0,3
Baixo	A carga na maioria dos veículos de coleta não excede a capacidade.	0,1



Figura 24: A carga excede a capacidade do caminhão. Plásticos vazam desse veículo de coleta secundário no Quênia.

Contenção do resíduo

Para o segundo influenciador de vazamento, “contenção de resíduo”; é abordado se o resíduo é geralmente descartado em sacos ou deixado aberto. De forma alternativa, catadores de lixo que abrem sacos no veículo de transporte para pegar materiais de valor também são considerados aqui. Assumindo-se que durante a avaliação você observou que a maioria dos veículos de transporte se parece com a Figura 25a, com resíduos sendo transportados em sacos, escolha o potencial de vazamento “baixo”, como mostrado na Tabela 46. Alternativamente, se a maioria dos veículos de transporte se parece com a Figura 25b, sem resíduos sendo transportados em sacos, escolha o potencial de vazamento “alto”, como mostrado na Tabela 46.



Figura 25: Veículos de coleta levando a) resíduos contidos e b) resíduos não contidos
Tabela 46: níveis de potencial de vazamento para o influenciador “Contenção do resíduo”

Potencial de Vazamento	Descrição	Fator de Vazamento
Elevado	A maioria dos geradores na cidade não descarta seus resíduos dentro de sacos. Os carregadores fazem uma escolha seletiva durante o transporte para a qual abrem a maioria dos sacos.	1
Médio	Aproximadamente metade dos geradores na cidade descarta seus resíduos em sacos e a outra metade fora de recipientes. Os carregadores fazem um pouco de escolha seletiva durante o transporte para a qual abrem alguns dos sacos.	0,5
Baixo	A maioria dos geradores na cidade descarta seus resíduos dentro de sacos e eles não são abertos durante o transporte.	0,1

Cobertura do veículo de coleta

Para o terceiro influenciador de vazamento, “cobertura do veículo de coleta”, é abordado se o veículo de transporte é coberto ou não. Assumindo-se que durante a avaliação você tenha observado que a maioria dos veículos de transporte se parece com a Figura 26a, com veículos de transporte sem nenhuma forma de cobertura, escolha o potencial de vazamento “muito alto”, como mostrado na Tabela 47. Alternativamente, se a maioria dos veículos de transporte estava completamente fechado, como na Figura 26b, escolha o potencial de vazamento “baixo”, como mostrado na Tabela 47.



Figura 26: Veículos de coleta levando a) resíduos contidos e b) resíduos não contidos

Tabela 47: níveis de potencial de vazamento para o influenciador “Cobertura de veículo de coleta”

Potencial de Vazamento	Descrição	Fator de Vazamento
Muito alto	A maioria dos veículos de coleta na cidade não é coberto	1
Elevado	O número de veículos de coleta é dividido igualmente entre não cobertos e completamente cobertos.	0,5
Médio	A maioria dos veículos de coleta na cidade é totalmente coberto.	0,1
Baixo	Todos os veículos de coleta na cidade são totalmente cobertos (ex., caminhões compactadores)	0

Anexo 3. Níveis de controle para instalações de gerenciamento de resíduos sólidos

NÍVEL DE CONTROLE	Local do aterro sanitário (todas as condições do nível precedente devem ser atendidas para se classificar para um determinado nível)			Incineração com recuperação de energia	Outras instalações de recuperação (todas as condições do nível precedente devem ser atendidas para se classificar para um determinado nível)		
	Acesso	Gerenciamento de resíduos de controle	Meio ambiente/saúde		Formalidade e acesso	Desempenho	Meio ambiente/saúde
Completo	<input type="checkbox"/> Nenhum catador de lixo	<input type="checkbox"/> Cobertura diária <input type="checkbox"/> Planejamento de centro e célula <input type="checkbox"/> Plano pós-fechamento	<input type="checkbox"/> Tratamento de lixiviado (revestimento desenvolvido) <input type="checkbox"/> Utilização e/ou queima de gás <input type="checkbox"/> Monitoramento e relato ambiental	<input type="checkbox"/> Desenvolvido e operando em conformidade com as melhores práticas internacionais, incluindo, p. ex., UE ou outros critérios de emissão igualmente rigorosos e de emissão de GEE [gás de efeito estufa] <input type="checkbox"/> Controles de emissão são conduzidos em conformidade com padrões ambientais <input type="checkbox"/> Cinzas finas tratadas como resíduo perigoso usando a tecnologia mais apropriada. <input type="checkbox"/> Condução de ponderamento e registro <input type="checkbox"/> Um regulador ambiental forte e robusto que inspeciona e monitora as emissões	<input type="checkbox"/> N/A	<input type="checkbox"/> Desenvolvido e em conformidade com as melhores práticas internacionais <input type="checkbox"/> O valor nutricional de materiais tratados biologicamente usados (ex., na agricultura/horticultura) <input type="checkbox"/> Materiais extraídos com alta pureza e entregues aos mercados de reciclagem	<input type="checkbox"/> Controle de poluição em conformidade com padrões ambientais
Controle Melhorado	<input type="checkbox"/> Estradas de acesso sempre acessíveis no centro <input type="checkbox"/> Implementação de plano de monitoria e relato das quantidades descartadas <input type="checkbox"/> Acesso controlado/permitido a catadores de lixo	<input type="checkbox"/> Compactação regular <input type="checkbox"/> Cobertura irregular	<input type="checkbox"/> Contenção de lixiviantes <input type="checkbox"/> Coleta de gás <input type="checkbox"/> Cerca de lixo <input type="checkbox"/> EPIs e verificações de saúde para colaboradores	<input type="checkbox"/> N/A	<input type="checkbox"/> N/A	<input type="checkbox"/> Instalações projetadas com um eficiente controle de processo <input type="checkbox"/> Evidência de materiais extraídos sendo entregues a mercados de reciclagem ou recuperação.	<input type="checkbox"/> N/A
Controle Básico	<input type="checkbox"/> Ponte de pesagem <input type="checkbox"/> Acesso ao centro está sempre limpo	<input type="checkbox"/> Plano de colocação e frente de trabalho <input type="checkbox"/> Compactação irregular <input type="checkbox"/> Com pessoal apropriado	<input type="checkbox"/> Sem fogos <input type="checkbox"/> Drenagem de água de chuva	<input type="checkbox"/> Controles de emissão para registrar particulados <input type="checkbox"/> Equipe treinada segue os procedimentos de operação definidos <input type="checkbox"/> Equipamento mantido <input type="checkbox"/> Realização do gerenciamento de cinzas	<input type="checkbox"/> Instalações registradas <input type="checkbox"/> Limites claros designados	<input type="checkbox"/> N/A	<input type="checkbox"/> Disposições feitas para a saúde e a segurança do trabalhador <input type="checkbox"/> Alguns controles de

				Condução de ponderamento e registro			poluição ambiental
Controle Limitado	<input type="checkbox"/> Limite claro designado <input type="checkbox"/> Cerca ou similar <input type="checkbox"/> Portal	<input type="checkbox"/> Equipe pequena <input type="checkbox"/> Equipamentos para movimentação e propagação	<input type="checkbox"/> Nenhum	<input type="checkbox"/> N/A	<input type="checkbox"/> Instalações não registradas <input type="checkbox"/> Limites claros designados	<input type="checkbox"/> Condução de ponderamento e registro	<input type="checkbox"/> Nenhum
Nenhum Controle	<input type="checkbox"/> Nenhum	<input type="checkbox"/> Nenhum	<input type="checkbox"/> Nenhum	<input type="checkbox"/> Queima não controlada <input type="checkbox"/> Sem funções de controle de poluição de ar/água	<input type="checkbox"/> Locais não registrados <input type="checkbox"/> Sem limites distinguíveis	<input type="checkbox"/> Nenhum	<input type="checkbox"/> Nenhum

Referências

- EUNOMIA 2016. *Plastics in the marine environment*. Bristol.
- GEYER, R., JAMBECK, J. R. & LAW, K. L. J. S. A. 2017. Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3, e1700782.
- KAZA, S., YAO, L., BHADA-TATA, P. & WOERDEN, F. V. 2018. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. *Urban Development Series*. Washington, DC: World Bank.
- LAW, J. & APPELQVIST, B. 2019. *Landfill Operational Guidelines 3rd Edition. A report from ISWA's Working Group on Landfill 2019*. ISWA.
- MARTEL, C. & HELM, R. J. W. M. W. 2004. Prevention, control and collection-techniques for managing landfill litter. 57-62.
- SCHEINBERG, A., SIMPSON, M., GUPT, Y., ANSCHÜTZ, J., HAENEN, I., TASHEVA, E., HECKE, J., SOOS, R., CHATURVEDI, B. & GARCIA-CORTES, S. 2010. Economic aspects of the informal sector in solid waste management. *GTZ and CWG, Eschborn, Germany*.
- UN-HABITAT 2020. *Waste Wise Cities Tool: ODS 11.6.1. A step-by-step guide for a rapid assessment of SWM systems in cities*. <https://unhabitat.org/waste-wise-cities-campaign>
- WILSON, D. C., RODIC, L., MODAK, P., SOOS, R., CARPINTERO, A., VELIS, K., IYER, M. & SIMONETT, O. 2015. *Global waste management outlook*, UNEP.