

Resíduos Sólidos Urbanos

COMARES - UC

Estudos de Engenharia, Logística e Afins

11 de agosto de 2022



LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| <i>Figura 1</i> — Fluxograma da rota tecnológica proposta para o 15º ano de concessão em relação ao total de RSU (continua)..... | 44 |
| <i>Figura 2</i> — Mapa da localização da CMR de Altaneira..... | 53 |
| <i>Figura 3</i> — Mapa da localização da CMR de Barbalha..... | 54 |
| <i>Figura 4</i> — Mapa da localização da CMR de Caririáçu..... | 55 |
| <i>Figura 5</i> — Mapa da localização da CMR de Crato..... | 56 |
| <i>Figura 6</i> — Mapa da localização da CMR de Farias Brito..... | 57 |
| <i>Figura 7</i> — Mapa da localização da CMR de Jardim..... | 58 |
| <i>Figura 8</i> — Mapa da localização da CMR de Missão Velha..... | 59 |
| <i>Figura 9</i> — Mapa da localização da CMR de Nova Olinda..... | 60 |
| <i>Figura 10</i> — Mapa da localização da CMR de Santana do Cariri..... | 61 |
| <i>Figura 11</i> — Uso e ocupação do solo da sede urbana de Caririáçu..... | 62 |
| <i>Figura 12</i> — Uso e ocupação do solo da sede urbana de Missão Velha..... | 63 |
| <i>Figura 13</i> — Localização da CTR..... | 64 |
| <i>Figura 14</i> — Mapa da localização das unidades propostas..... | 68 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| <i>Tabela 1</i> — Taxa anual de crescimento populacional dos municípios integrantes do COMARES – UC..... | 31 |
| <i>Tabela 2</i> — Projeção da população e da quantidade de resíduos sólidos urbanos coletada nos municípios considerados no projeto ao longo da concessão..... | 33 |
| <i>Tabela 3</i> — Composição dos Resíduos Sólidos Urbanos e Projeção da Demanda. | 36 |
| <i>Tabela 4</i> — Balanço de massa da rota tecnológica proposta (continua)..... | 46 |
| <i>Tabela 5</i> — Cronograma de implantação e operação dos serviços indicados para transbordo, transporte e destinação final dos municípios considerados no projeto de concessão..... | 48 |
| <i>Tabela 6</i> — Distância de transporte da sede dos municípios à CTR. | 65 |
| <i>Tabela 7</i> — Informações sobre as ETRs..... | 69 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| <i>Quadro 1 — Inventário da infraestrutura de destinação de resíduos sólidos existente em Altaneira.</i> | 14 |
| <i>Quadro 2 — Inventário da infraestrutura de destinação de resíduos sólidos existente em Barbalha.</i> | 15 |
| <i>Quadro 3 — Inventário da infraestrutura de destinação de resíduos sólidos existente em Caririçu.</i> | 17 |
| <i>Quadro 4 — Inventário da infraestrutura de destinação de resíduos sólidos existente em Crato.</i> | 19 |
| <i>Quadro 5 — Inventário da infraestrutura de destinação de resíduos sólidos existente em Farias Brito.</i> | 20 |
| <i>Quadro 6 — Inventário da infraestrutura de destinação de resíduos sólidos existente em Jardim.</i> | 22 |
| <i>Quadro 7 — Inventário da infraestrutura de destinação de resíduos sólidos existente em Missão Velha.</i> | 23 |
| <i>Quadro 8 — Inventário da infraestrutura de destinação de resíduos sólidos existente em Nova Olinda.</i> | 24 |
| <i>Quadro 9 — Inventário da infraestrutura de destinação de resíduos sólidos existente em Santana do Cariri.</i> | 26 |
| <i>Quadro 10 — Resumo da infraestrutura do sistema de destinação final de resíduos sólidos do COMARES – UC.</i> | 28 |
| <i>Quadro 11 — Estimativa de redução de resíduos dispostos em aterro sanitário ao longo da concessão.</i> | 42 |
| <i>Quadro 12 — Divisão de responsabilidades sobre as estruturas das CMRs.</i> | 50 |
| <i>Quadro 13 — Informações sobre as áreas das CMRs.</i> | 51 |
| <i>Quadro 14 — Distribuição das balanças rodoviárias no COMARES – UC de acordo com a rota referencial.</i> | 66 |
| <i>Quadro 15 - Equipamentos da unidade de tratamento mecânico de RSU.</i> | 73 |
| <i>Quadro 16 - Equipamentos para operação da unidade de tratamento de RSU da CTR.</i> | 76 |
| <i>Quadro 17 — Equipamentos para operação do aterro sanitário.</i> | 79 |
| <i>Quadro 18 — Municípios atendidos e capacidade média de recebimento das ETRs ao longo da concessão.</i> | 82 |
| <i>Quadro 19 — Equipamentos para operação das ETRs.</i> | 83 |
| <i>Quadro 20 — Municípios atendidos e área dos galões de triagem manual.</i> | 84 |

| | |
|---|-----------|
| <i>Quadro 21 – Equipamentos dos galpões de triagem das CMRs.</i> | <i>84</i> |
| <i>Quadro 22 – Área e capacidade das unidades de tratamento de resíduos orgânicos das CMRs.</i> | <i>87</i> |
| <i>Quadro 23 - Equipamentos para operação das unidades de tratamento de resíduos orgânicos da CMR.</i> | <i>88</i> |
| <i>Quadro 24 – Ações de contingência e emergência.</i> | <i>94</i> |

LISTA DE ABREVIÇÕES E SIGLAS

- **AARC:** Associação de Agentes de Reciclagem do Crato;
- **AARNO:** Associação dos Agentes Recicladores de Nova Olinda;
- **ABNT:** Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- **ABRELPE:** Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais;
- **ACAMRA:** Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Altaneira;
- **ACARB:** Associação dos Catadores de Recicláveis de Barbalha;
- **ART:** Anotação de Responsabilidade Técnica;
- **AVCB:** Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros;
- **CMR:** Central Municipal de Resíduos (Plano das Coletas Seletivas);
- **CTR:** Central de Tratamento Regional de Resíduos;
- **CONAMA:** Conselho Nacional do Meio Ambiente;
- **ETR:** Estação de Transferência Regional de Resíduos;
- **EVTEA:** Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental;
- **IBAMA:** Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis;
- **IBGE:** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;
- **PCA:** Plano de Controle Ambiental;
- **PNRS:** Política Nacional de Resíduos Sólidos;
- **PRAD:** Plano de Recuperação da Área Degradada;
- **PRGIRS:** Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Região do Cariri;
- **PTRAD:** Plano de Transição para Recuperação da Área de Degradada;
- **RSU:** Resíduos Sólidos Urbanos;
- **SEMA:** Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará;
- **SEMACE:** Superintendência Estadual do Meio Ambiente;
- **SIG:** Sistema de Informações Geográficas;

- **SNIS:** Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento;
- **SNS:** Secretaria Nacional de Saneamento;
- **SPE:** Sociedade de Propósito Específico.

SUMÁRIO

| | | |
|--------|--|----|
| 1. | Definições | 10 |
| 2. | Considerações Gerais..... | 11 |
| 3. | Análise de <i>Due Diligence</i> | 13 |
| 3.1. | Inventário da infraestrutura existente | 13 |
| 3.1.1. | Altaneira | 13 |
| 3.1.2. | Barbalha | 14 |
| 3.1.3. | Caririaçu | 16 |
| 3.1.4. | Crato..... | 17 |
| 3.1.5. | Farias Brito..... | 19 |
| 3.1.6. | Jardim | 20 |
| 3.1.7. | Missão Velha | 22 |
| 3.1.8. | Nova Olinda | 23 |
| 3.1.9. | Santana do Cariri | 24 |
| 3.2. | Avaliação da capacidade instalada..... | 26 |
| 4. | Descritivo conceitual do projeto, com indicação da tecnologia para cada etapa do sistema, infraestrutura necessária e especificidades da capacidade total | 29 |
| 4.1. | Projeção de demanda para utilização das estruturas de operação dos serviços a serem concessionados | 30 |
| 4.2. | Indicação da tecnologia para cada etapa do sistema | 38 |
| 5. | Identificação e mapeamento de áreas de implantação do projeto | 49 |
| 5.1. | Galpões de Triagem Manual e Unidades de Tratamento de Resíduos Orgânicos nas CMRs | 49 |
| 5.2. | Central de Tratamento Regional de Resíduos (CTR) | 63 |
| 5.3. | Estações de Transferência de Resíduos (ETR) | 65 |
| 6. | Especificações técnicas, diretrizes construtivas, dimensionamento das instalações, mobiliário e equipamentos a serem empregados nos serviços a serem prestados | 70 |
| 6.1. | Implantação, Operação e Manutenção de Central de Tratamento Regional de Resíduos | 70 |
| 6.1.1. | Implantação, Operação e Manutenção de Unidade de Tratamento Mecânico de RSU | 71 |
| 6.1.2. | Implantação, Operação e Manutenção de Unidade de Tratamento de RSU..... | 74 |
| 6.1.3. | Implantação, Operação e Manutenção de Aterro Sanitário | 76 |

| | |
|--|----|
| 6.2. Implantação, Operação e Manutenção de Estações de Transferência de Resíduos | 81 |
| 6.3. Implantação de Galpões de Triagem Manual de Materiais Recicláveis | 83 |
| 6.4. Implantação, Operação e Manutenção de Unidades de Tratamento de Resíduos Orgânicos | 86 |
| 6.5. Destinação final temporária em aterro sanitário privado | 89 |
| 7. Descrição de possíveis receitas acessórias | 90 |
| 8. Estruturação de Plano de Operação e Conservação/Manutenção da infraestrutura implantada | 92 |
| Bibliografia | 96 |

1. Definições

No presente Estudo Engenharia, Logística e Afins serão adotadas as seguintes definições dos principais termos ora empregados, no singular e no plural:

- **Caixa:** é a Caixa Econômica Federal, entidade contratante do Projeto;
- **COMARES – UC:** é o Consórcio Municipal para Aterro de Resíduos Sólidos- Unidade Crato, integrado pelos municípios de Altaneira, Barbalha, Caririaçu, Crato, Farias Brito, Jardim, Juazeiro do Norte, Missão Velha, Nova Olinda e Santana do Cariri, todos do Estado do Ceará.
- **Consórcio EY / CONEN / LACAZ MARTINS / ZIGUIA:** é o consórcio formado pelas empresas Ernst & Young Assessoria Empresarial Ltda., Conen – Consultoria e Engenharia Ltda., Lacaz Martins, Pereira Neto, Gurevich e Schoueri Advogados, e Ziguia Engenharia Ltda., responsável pela consecução do Projeto;
- **Contrato:** é o Contrato celebrado entre a Caixa e o Consórcio EY / CONEN / LACAZ MARTINS / ZIGUIA para a execução do Projeto;
- **Lei Federal de Resíduos Sólidos:** é a Lei federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências;
- **Lei Federal de Saneamento Básico:** é a Lei federal nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007, que estabelece as diretrizes para o saneamento básico e dá outras providências;
- **Projeto:** é o projeto para a estruturação de concessão ou parceria público-privada no setor de resíduos sólidos urbanos no âmbito do COMARES - UC.

2. Considerações Gerais

O presente Relatório foi elaborado com base nos dados disponíveis e nas condições físicas existentes à época de seu desenvolvimento, em especial nos documentos e nas informações fornecidos diretamente pela Caixa Econômica Federal, pelo Estado do Ceará e pelas Prefeituras dos municípios integrantes do COMARES – UC.

Ao longo da segunda fase do contrato após reuniões com a presença de representantes do Governo do Estado do Ceará, do COMARES – UC, da Caixa Econômica Federal, do Ministério do Desenvolvimento Regional e da consultoria, a fim de desenvolver o EVTEA, foi deliberado pelo Governo do Estado do Ceará que os estudos de concessão deveriam prosseguir considerando os municípios de Altaneira, Barbalha, Caririaçu, Crato, Farias Brito, Jardim, Missão Velha, Nova Olinda e Santana do Cariri, integrantes do COMARES – UC, sem a participação de Juazeiro do Norte.

As conclusões aqui apresentadas resultam da análise de dados quantitativos e qualitativos, merecendo as seguintes considerações:

- Todas as considerações que serão apresentadas estão baseadas em opiniões dos profissionais do **Consórcio EY / CONEN / LACAZ MARTINS / ZIGUIA** e fundamentam-se em dados e fatos contidos neste relatório;
- O trabalho envolve questões de julgamento objetivo e subjetivo face aos dados disponibilizados pelas diversas fontes de informações consultadas;
- Nenhum dos sócios ou profissionais do Consórcio tem qualquer interesse financeiro no empreendimento analisado, caracterizando assim sua independência;
- Os honorários estabelecidos para a execução deste trabalho não são baseados e não têm qualquer relação com os resultados aqui reportados;

- Este relatório foi elaborado a partir do contexto do Contrato firmado entre o Consórcio e a Caixa Econômica Federal, e não deverá ser utilizado para nenhum outro fim. Portanto, deve ser de uso exclusivo da administração da Caixa Econômica Federal e dos beneficiários do estudo. O Consórcio não assumirá qualquer responsabilidade caso o relatório seja utilizado por terceiros e/ou fora dos propósitos mencionados;
- Algumas das considerações descritas baseiam-se na análise e previsão de eventos futuros. Esses eventos futuros podem não ocorrer e os resultados apresentados poderão diferir do quanto ora previsto, sendo necessária a devida adequação;
- Qualquer usuário deste relatório deverá estar ciente das condições que nortearam o trabalho.

3. Análise de *Due Diligence*

3.1. Inventário da infraestrutura existente

3.1.1. Altaneira

Em Altaneira a coleta de resíduos sólidos domiciliares é realizada de forma manual pela empresa TR Construções e Empreendimentos LTDA. Os resíduos sólidos domiciliares coletados são encaminhados diretamente para o lixão municipal, localizado na Chapada dos Romeiros, na estrada que liga o município a Farias Brito, entre as coordenadas geográficas 7°00'16.4" S e 39°42'33.8" W.

O lixão de Altaneira dista aproximadamente 3 km do centro do município e tem cerca de 2.963 m² (CEARÁ, 2014a), sendo operado pelo próprio município. A área de lixão é cercada com arame farpado, não possui portão, guarita e balança e sua via de acesso não é pavimentada, mas está em boas condições. Assim, não há pesagem dos veículos na entrada do local, que descartam os resíduos diretamente no solo. Os resíduos dispostos no lixão são periodicamente queimados e uma vez por mês são espalhados com o uso de um trator esteira da Prefeitura. Foi relatada a existência de 2 famílias que realizam a catação de materiais recicláveis no lixão e que não fazem parte da associação de catadores do município.

Em Altaneira a triagem dos recicláveis é feita pela Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Altaneira (ACAMRA). Os associados da ACAMRA fazem a coleta de materiais recicláveis apenas nas vias da sede do município, sem um roteiro pré-definido. A associação está localizada no início da Estrada para Tabuleiro, entre as coordenadas 7°00'04.7" S e 39°44'40.7" W, em um galpão cedido pela Prefeitura, onde anteriormente funcionava um abatedouro.

A ACAMRA não possui nenhum equipamento operacional em seu galpão. Além de ceder o espaço, a Prefeitura subsidia a água do galpão, que não possui licença nem energia elétrica. No entanto, o uso desse local como galpão de triagem é temporário, já que será desapropriado para construção de uma rodoviária, e a associação será realocada para uma nova área adquirida pela Prefeitura em frente ao atual lixão Chapada dos Romeiros.

A realocação da associação se faz necessária, já que o galpão em uso não oferece a infraestrutura adequada para a execução do serviço de triagem e armazenamento dos materiais.

Os equipamentos e estruturas atualmente disponíveis para realização do serviço de destinação final dos resíduos sólidos urbanos em Altaneira são listados no Quadro 1.

Quadro 1 — Inventário da infraestrutura de destinação de resíduos sólidos existente em Altaneira.

| Infraestrutura | Quantidade | Especificações |
|--------------------------------|------------|--|
| Etapa: Tratamento | | |
| Galpão de triagem da ACAMRA | 01 | 01 estrutura de alvenaria |
| Etapa: Disposição final | | |
| Lixão Municipal | 01 | Área: 2.963 m ² 01 trator esteira (Prefeitura) |

Fonte: CEARÁ (2014a); Informações obtidas na visita técnica (2019).

3.1.2. Barbalha

Em Barbalha, a coleta e o transporte de resíduos sólidos domiciliares são realizados de forma mista, entre a Prefeitura e a Drena Construções e Locações Eirelli – ME, na qual a empresa fornece os veículos e motoristas e o Poder Público municipal os garis e coletores. Os resíduos domiciliares coletados são encaminhados diretamente para o lixão municipal, não passando por nenhum tipo de triagem ou tratamento prévio.

O lixão municipal está localizado no km 02 da Rodovia CE 060, na zona rural, entre as coordenadas geográficas 7°19'53.4" S e 39°18'21.6" W. O terreno é de propriedade da municipalidade e operado pela Prefeitura, estando localizado a aproximadamente 700 metros do núcleo do centro urbano de Barbalha (CEARÁ, 2018a). Segundo o Plano de Transição para Recuperação de Áreas Degradadas (2018a), a área do lixão é de aproximadamente 6 (seis) hectares, onde estima-se que existam cerca de 99.000 m³ de resíduos acumulados.

A via de acesso ao lixão é pavimentada e está em boas condições. Às margens da rodovia CE 060 o lixão é murado, e no restante do perímetro possui cercas, além de uma guarita desativada (CEARÁ, 2018a) e um portão que fecha todo dia às 18h, conforme relatado pela Prefeitura. Na entrada do lixão não há pesagem dos veículos, que descartam os resíduos diretamente no solo sem que haja qualquer tipo de proteção ou impermeabilização deste.

A cobertura dos resíduos é executada, em dias alternados, pela Drena Construções e Locações, com o uso de um trator esteira e pá carregadeira e no período chuvoso a cobertura é realizada diariamente. Foi relatado por uma catadora autônoma presente no lixão que cerca de 20 catadores fazem a catação de materiais recicláveis no lixão. Os materiais recicláveis coletados são acondicionados em *bags* dentro do lixão.

Segundo informações disponibilizadas pela Prefeitura, a coleta seletiva é realizada apenas na área comercial de Barbalha pela Associação dos Catadores de Recicláveis de Barbalha (ACARB). A Secretaria de Meio Ambiente informou que a Prefeitura cede para a associação um caminhão carroceria com motorista, duas vezes na semana. A associação está localizada em uma rua perpendicular à Travessa Maria da Conceição, entre as coordenadas 7°19'32.1" S e 39°18'04.0" W, em um galpão alugado. A ACARB não possui nenhum equipamento operacional em seu galpão.

A infraestrutura existente em Barbalha para a destinação final dos resíduos sólidos urbanos está descrita no Quadro 2.

Quadro 2 — Inventário da infraestrutura de destinação de resíduos sólidos existente em Barbalha.

| Infraestrutura | Quantidade | Especificações |
|--------------------------------|------------|--|
| Etapa: Tratamento | | |
| Galpão de triagem da ACARB | 01 | 01 estrutura de alvenaria (alugada) 01 caminhão carroceria (cedido) |
| Etapa: Disposição final | | |
| Lixão Municipal | 01 | Área: 60.000 m ² 01 trator esteira (empresa terceirizada) 01 pá carregadeira (empresa terceirizada) |

Fonte: CEARÁ (2018a); Informações obtidas na visita técnica (2019).

3.1.3. Caririaçu

Em Caririaçu a empresa Impacto Construções, Serviços e Transportes LTDA – EPP é responsável pela execução dos serviços de coleta e transporte dos resíduos domiciliares. Os resíduos coletados são transportados diretamente para o lixão municipal, que dista aproximadamente 700 m da área urbana do município. O lixão está situado às margens da Rodovia CE-060, nº 3.102, em uma área de propriedade da Prefeitura, entre as coordenadas geográficas 7° 3'12.78"S e 39°17'0.13"W.

Segundo o Plano de Recuperação da Área Degradada (PRAD), o lixão de Caririaçu abrange uma área de 1,14 hectares ao longo da qual estão acumulados 22.500 m³ de resíduos (CEARÁ, 2018b). Não há nenhum controle de entrada e saída de veículos no lixão, a porção frontal do lixão é cercada por um muro de concreto baixo e conta com um portão.

A via de acesso ao lixão é pavimentada e está em boas condições. Na entrada do lixão não há pesagem dos veículos, que descartam os resíduos diretamente no solo sem que haja qualquer tipo de proteção ou impermeabilização deste. No PRAD há indicação de que não há estruturas de impermeabilização, drenagem de águas pluviais ou de chorume no local (CEARÁ, 2018b).

Não há recobrimento dos resíduos no lixão, de maneira que, após descarga do veículo, os mesmos permanecem expostos a céu aberto. A manutenção do lixão é realizada por equipe própria do município de uma a duas vezes ao mês e consiste apenas na atividade de espalhamento dos resíduos. É importante destacar que a relação de equipamentos utilizados para a manutenção do lixão não foi informada e por este motivo não consta neste relatório.

O município de Caririaçu não possui coleta seletiva. A triagem de materiais recicláveis é realizada por catadores autônomos após o descarte dos resíduos sólidos urbanos no lixão. Não há associações e cooperativas de catadores instituídas e atuantes no município.

Existem cerca de 10 catadores de materiais recicláveis trabalhando no lixão municipal. Os catadores reviram manualmente os resíduos dispostos a céu aberto, extraindo o material

passível de reaproveitamento, armazenando-os em *bags*. Estes são acumulados no próprio lixão para posterior retirada pelos compradores.

Os equipamentos e estruturas atualmente disponíveis para realização do serviço de destinação final dos resíduos sólidos urbanos em Cariri são listados no Quadro 3.

Quadro 3 — Inventário da infraestrutura de destinação de resíduos sólidos existente em Cariri.

| Infraestrutura | Quantidade | Especificações |
|-------------------------|------------|-----------------------------|
| Etapa: Disposição final | | |
| Lixão Municipal | 01 | Área: 11.400 m ² |

Fonte: CEARÁ (2018b).

3.1.4. Crato

Em Crato a coleta e o transporte de resíduos domiciliares é realizada pela empresa NRG Construções LTDA. Após coletados, os resíduos são transportados para o lixão instalado no próprio município, a 4,2 km do centro do núcleo urbano de Crato. O lixão do Crato está localizado em região denominada por Sítio Lagoinha, nas coordenadas 7°10'51.0" S e 39°24'15.1" W e é acessado pela Estrada Baixa Dantas, a cerca de 400 m de distância da Rodovia CE-386.

O lixão abrange uma área de 18,31 hectares e o volume estimado de resíduos depositado é de 91.509,69 m³, com base em levantamento planialtimétrico executado em novembro de 2017 (CEARÁ, 2018c). A área do lixão é de propriedade da SEMACE – Superintendência Estadual do Meio Ambiente.

A via de acesso ao lixão é de terra e apresenta trechos precários. Não há nenhum controle de entrada e saída de veículos na área. Assim que chegam ao lixão, os veículos descarregam os resíduos em áreas sem proteção ou impermeabilização do solo. Os materiais recicláveis são triados manualmente pelos catadores e o restante dos resíduos é periodicamente espalhado pelo terreno, sem qualquer critério técnico, e recoberto com terra para evitar incêndios. A manutenção do lixão é realizada pela empresa NRG

Construções LTDA e o maquinário utilizado para o recobrimento dos resíduos não foi especificado.

Não há sistemas de drenagem de águas pluviais, de captação do lixiviado proveniente da decomposição da matéria orgânica existente nos resíduos, ou sistema de captação dos gases emitidos durante o processo de decomposição.

Parte da triagem de materiais recicláveis feita em Crato é realizada por catadores autônomos, após o descarte dos resíduos domiciliares no lixão municipal, havendo aproximadamente 60 pessoas nesta condição. Existe no município uma associação de catadores: a Associação de Agentes de Reciclagem do Crato (AARC). Localizada na Rua Antônia Celma Nunes, sem número, no bairro Parque Recreio, entre as coordenadas geográficas 7°13'23.1"S e 39°25'05.3"W, o terreno no qual a associação está instalada é de propriedade do município. O espaço foi cedido pela Prefeitura, que também subsidia as despesas de água e luz, além de disponibilizar 1 (um) caminhão gaiola e 1 (um) motorista para a coleta dos materiais. A coleta é feita tanto nas vias públicas de Crato como em empresas e escolas parceiras.

Em junho de 2019, o galpão no qual a AARC desenvolvia suas atividades foi incendiado, destruindo, além da estrutura de alvenaria, os materiais armazenados e os equipamentos por eles utilizados (1 (uma) prensa e 1 (uma) balança).

Outra iniciativa de triagem de materiais recicláveis identificada no município é o Projeto Cultura Sustentável, realizado pela Associação de Moradores do Alto da Penha. A Associação localiza-se na Rua Plínio Cavalcante, sem número, Alto da Penha, em uma área de propriedade do município. Tal projeto consiste na realização de feiras onde os materiais recicláveis entregues pelos moradores da região podem ser trocados pelos produtos que estão sendo ofertados.

A infraestrutura disponível para realização dos serviços de destinação final dos resíduos sólidos urbanos em Crato são listados no Quadro 4.

Quadro 4 — Inventário da infraestrutura de destinação de resíduos sólidos existente em Crato.

| Infraestrutura | Quantidade | Especificações |
|--------------------------------|------------|--|
| Etapa: Tratamento | | |
| Terreno ocupado pela AARC | 01 | 01 caminhão gaiola (cedido) (As demais estruturas e equipamentos da área foram perdidos em um incêndio) |
| Etapa: Disposição final | | |
| Lixão Municipal | 01 | Área: 183.100 m ² Maquinário para recobrimento dos resíduos (empresa terceirizada) |

Fonte: CEARÁ (2018c); Informações obtidas na visita técnica (2019).

3.1.5. Farias Brito

Em Farias Brito a coleta de resíduos sólidos domiciliares é realizada de forma manual pela empresa Construtora Pedrosa Ltda. Os resíduos coletados são destinados ao lixão do município, situado na BR 230 entre as coordenadas geográficas 6°54'21.0" S e 39°33'02.5" W, com uma distância de aproximadamente 3 km do centro da cidade.

O Plano de operação, manutenção, ocupação, monitoramento e de recuperação do lixão de Farias Brito indica que a sua área total é de aproximadamente 3,21 hectares e que boa parte do terreno se encontra degradada. No ano de 2011, o volume estimado de resíduos sólidos existente no local era de 6.433 m³ (CEARÁ, 2014b).

A via de acesso ao lixão é de terra e apresenta trechos precários. No lixão não há guarita, placa de identificação do empreendimento, controle de acesso de pessoas e animais, apenas o cercamento com arame enfardo. De acordo com informações da Prefeitura, o lixão é incendiado frequentemente. Ainda de acordo com a Prefeitura, três catadores de materiais recicláveis realizam o serviço de triagem, armazenamento e comercialização dos resíduos dentro da área do lixão.

No lixão de Farias Brito é realizado pela Prefeitura o serviço de espalhamento e cobertura dos resíduos sólidos urbanos, no mínimo, a cada 15 dias, com a utilização de 1 (uma) pá carregadeira, 1 (uma) retroescavadeira, 2 (duas) caçambas e 1 (um) trator esteira.

No município não existe um programa de coleta seletiva porta a porta instituído. A triagem e a comercialização dos materiais recicláveis são realizadas pelos catadores autônomos, visto que não há nenhuma associação ou cooperativa instituída na cidade. Há um galpão de triagem no município, localizado na Rua Dr. Raimundo Alves Bezerra, s/n, no Centro, entre as coordenadas geográficas 6°55'41.1"S e 39°34'18.2"W, disponibilizado inicialmente pela Prefeitura para a Associação de Catadores, mas tendo em vista que a mesma foi desfeita, o galpão é gerido por um dos catadores autônomos, que realiza a segregação e o armazenamento dos materiais recicláveis no local.

A infraestrutura disponível para realização do serviço de destinação final dos resíduos sólidos urbanos em Farias Brito são listados no Quadro 5.

Quadro 5 — Inventário da infraestrutura de destinação de resíduos sólidos existente em Farias Brito.

| Infraestrutura | Quantidade | Especificações |
|--------------------------------|------------|---|
| Etapa: Tratamento | | |
| Galpão de triagem | 01 | 01 barracão (utilizado por catador autônomo) |
| Etapa: Disposição final | | |
| Lixão Municipal | 01 | Área: 32.166,06 m ² 01 pá carregadeira (Prefeitura) 01 retroescavadeira (Prefeitura) 02 caçambas (Prefeitura) 01 trator esteira (Prefeitura) |

Fonte: CEARÁ (2014b); Informações obtidas na visita técnica (2019).

3.1.6. Jardim

Em Jardim a empresa Lockar Locadora de Automóveis Ltda. executa a coleta e o transporte de resíduos domiciliares. Os resíduos sólidos urbanos coletados no município são destinados ao lixão, que está situado na região denominada como Sítio do Cotovelo, na zona rural do município, nas coordenadas 7°37'59.1" S e 39°14'18.1" W, a 5,4 km do centro urbano. O terreno é uma propriedade particular e, para operar no local, o município de Jardim possui um contrato de locação com o proprietário.

Segundo o Plano de Transição para Recuperação da Área de Degradada (PTRAD), o lixão abrange uma área de 3,23 hectares, ao longo da qual estão acumulados 10.900 m³ de resíduos (CEARÁ, 2018d).

O lixão é acessado por via exclusiva não pavimentada, a aproximadamente 2,5 km da Rodovia CE-390. Alguns trechos da via estão em condições precárias e, segundo representante da Secretaria de Meio Ambiente, pioram ainda mais em períodos de chuva, impossibilitando o acesso dos veículos ao lixão. Nesses casos, os resíduos são descarregados em uma área adjacente à via, permanecendo lá até que a manutenção do acesso seja realizada.

Não há nenhum controle de entrada e saída de veículos no lixão. De acordo com o PTRAD do lixão, os resíduos são dispostos em valas com profundidade média de 10 metros, com cobertura de solo feita a cada 6 meses (CEARÁ, 2018d). Todavia, em visita técnica ao local, tais estruturas não foram identificadas. Os veículos descarregam os resíduos em área sem desnível e também não foram identificadas medidas de proteção ou impermeabilização do solo. A manutenção do lixão é realizada pela empresa Lockar, que para isso aluga um trator esteira.

Não há sistemas de drenagem de águas pluviais, de captação do lixiviado proveniente da decomposição da matéria orgânica existente nos resíduos ou sistema de captação dos gases emitidos durante o processo de decomposição no lixão de Jardim.

A triagem de materiais recicláveis em Jardim é realizada por catadores autônomos após o descarte dos resíduos sólidos urbanos no lixão. Não há associações e cooperativas de catadores instituídas e atuantes no município. Os materiais triados são acumulados no próprio lixão para posterior retirada pelos compradores. Os catadores trabalham em condições precárias, sem nenhum equipamento de proteção individual. Em decorrência da distância do lixão e do longo período de trabalho, os catadores construíram uma casa de taipa, próximo à área de descarga de resíduos, que é utilizada como apoio, para guardar os seus pertences e fazer refeições.

A infraestrutura existente em Jardim para a destinação final dos resíduos sólidos urbanos está descrita no Quadro 6.

Quadro 6 — Inventário da infraestrutura de destinação de resíduos sólidos existente em Jardim.

| Infraestrutura | Quantidade | Especificações |
|-----------------------------|------------|---|
| Etapa: Destino final | | |
| Lixão Municipal | 01 | Área: 32.300 m ² 01 trator esteira (alugado) 01 casa de taipa (ponto de apoio dos catadores) |

Fonte: CEARÁ (2018d); Informações obtidas na visita técnica (2019).

3.1.7. Missão Velha

Em Missão Velha a empresa que faz a coleta dos resíduos sólidos domiciliares é a S.N. dos Santos- ME. Os resíduos sólidos coletados em Missão Velha são destinados para o lixão municipal, localizado na Rodovia CE 293, na zona rural, entre as coordenadas geográficas 7°15'11.7" S e 39°10'43.8" W. A área do lixão é de propriedade particular, alugada pela municipalidade e está localizado a aproximadamente 1,6 km do núcleo do centro urbano de Missão Velha (CEARÁ, 2018e).

Segundo o Plano de Transição para Recuperação de Áreas Degradadas, a área do lixão é de aproximadamente 1,91 hectares, onde se estima que existam cerca de 25.700 m³ de resíduos acumulados. A via de acesso ao lixão é pavimentada e está em boas condições. Praticamente todo o perímetro do lixão é cercado (CEARÁ, 2018e), porém não há guarita ou portão. Na entrada do lixão não há pesagem dos veículos, que descartam os resíduos diretamente no solo sem que haja qualquer tipo de proteção ou impermeabilização deste.

A cobertura dos resíduos dispostos no lixão é feita uma vez por mês pela S.N. dos Santos, com o uso de 1 (um) trator esteira. Foi informado pela Prefeitura que existem cerca de 10 a 15 catadores atuando na área do lixão. Os materiais recicláveis coletados por ele são acondicionados em *big bags* na área do lixão.

Não há coleta seletiva no município. Tampouco há associação ou cooperativa de catadores atuante em Missão Velha. Os materiais recicláveis são recolhidos por catadores autônomos no lixão e na área urbana do município.

Os equipamentos e estruturas atualmente disponíveis para realização do serviço de destinação final dos resíduos sólidos urbanos em Missão Velha são listados Quadro 7.

Quadro 7 — Inventário da infraestrutura de destinação de resíduos sólidos existente em Missão Velha.

| Infraestrutura | Quantidade | Especificações |
|-----------------------------|------------|---|
| Etapa: Destino final | | |
| Lixão Municipal | 01 | Área: 19.100 m ² 01 trator esteira (empresa terceirizada) |

Fonte: CEARÁ (2018e); Informações obtidas na visita técnica (2019).

3.1.8. Nova Olinda

Em Nova Olinda, a empresa que realiza a coleta dos resíduos sólidos domiciliares é a Lima & Pereira Construções Eirelli. Os resíduos sólidos coletados em Nova Olinda são destinados para o lixão municipal, localizado no Sítio Boião, entre as coordenadas geográficas 7°05'24.5" S e 39°40'10.0" W. A área em que está localizado o lixão é de propriedade do município. A área do lixão é de cerca de 2,5 hectares e está localizado a aproximadamente 2 km do centro de Nova Olinda (CEARÁ, 2014c).

A via de acesso ao lixão de Nova Olinda não tem pavimentação, mas está em boas condições. O lixão não tem cercamento, nem portão. Na entrada do lixão não há pesagem dos veículos, que descartam os resíduos diretamente no solo sem que haja qualquer tipo de proteção ou impermeabilização deste. Os resíduos dispostos no lixão são espalhados a cada 15 (quinze) dias, com o uso de um trator esteira da Prefeitura.

A triagem dos materiais recicláveis em Nova Olinda é feita pela Associação dos Agentes Recicladores de Nova Olinda (AARNO). Cerca de 7 (sete) associados da AARNO fazem a coleta de materiais recicláveis nas vias da sede do município, enquanto cerca de 10 associados fazem a catação diretamente dos resíduos dispostos no lixão.

A associação está localizada na Rua Vicente Pereira, s/n, entre as coordenadas geográficas 7°05'34.6" S e 39°40'34.4" W, em um terreno de 694,16 m² cedido pela Prefeitura através de comodato. A AARNO possui uma área alugada em frente ao galpão onde o caminhão da associação fica estacionado e uma área alugada para o armazenamento dos materiais prensados.

A AARNO recebeu da Prefeitura 6 (seis) carrinhos para uso dos associados que trabalham coletando material reciclável na área urbana do município. Além disso, a AARNO possui diversos em seu galpão, alguns doados por empresas e convênios e outros recebidos da Prefeitura de Nova Olinda.

Os equipamentos e estruturas atualmente disponíveis para realização do serviço de destinação final dos resíduos sólidos urbanos em Nova Olinda são listados no Quadro 8.

Quadro 8 — Inventário da infraestrutura de destinação de resíduos sólidos existente em Nova Olinda.

| Infraestrutura | Quantidade | Especificações |
|--------------------------------|------------|--|
| Etapa: Tratamento | | |
| Galpão de triagem da AARNO | 01 | 01 barracão 01 caminhão Mercedes S10 06 carrinhos para coleta de recicláveis 03 prensas 01 picotadeira de papel 01 mesa de catação 02 balanças eletrônicas |
| Etapa: Disposição final | | |
| Lixão Municipal | 01 | Área: 25.039,40 m ² 01 trator esteira (Prefeitura) |

Fonte: CEARÁ (2014c); Informações obtidas na visita técnica (2019).

3.1.9. Santana do Cariri

No município de Santana do Cariri, os serviços de coleta e transporte de resíduos domiciliares são executados pela empresa Meta Empreendimentos. Os resíduos coletados são encaminhados para o lixão municipal, localizado nas coordenadas 7°10'03.7" S e 39°46'05.3" W, a 6 km de distância da sede do município, em uma

propriedade particular. Abrange uma área de 9.075 m² e o acesso ao local é feito por uma estrada de terra, com trechos de difícil acesso.

Na entrada do lixão não há pesagem dos veículos, que descarregam os resíduos diretamente no solo sem que haja qualquer tipo de proteção ou impermeabilização deste. Não há recobrimento dos resíduos, portanto, após descarga do veículo, eles permanecem expostos a céu aberto. Há vários pontos de acúmulo de lixiviado e evidências de erosão ao longo da área do lixão.

Não há sistemas de drenagem de águas pluviais, de captação do lixiviado proveniente da decomposição da matéria orgânica existente nos resíduos ou sistema de captação dos gases emitidos durante o processo de decomposição. A manutenção do lixão é feita pela Meta Empreendimentos a cada três meses, utilizando 1 (um) trator esteira e 1 (uma) retroescavadeira alugados.

O município de Santana do Cariri não tem serviço de coleta seletiva. A triagem de materiais recicláveis é realizada por catadores autônomos após o descarte dos resíduos sólidos urbanos no lixão e catadores autônomos que trabalham nas ruas da sede do município. Não há associações e cooperativas de catadores instituídas e atuantes no município. Os catadores que trabalham reviram manualmente os resíduos dispostos a céu aberto, extraindo o material passível de reaproveitamento, armazenando-os em *bags*. Estes são acumulados no próprio lixão para posterior retirada pelos compradores.

Os equipamentos e estruturas atualmente disponíveis para realização do serviço de destinação final dos resíduos sólidos urbanos em Santana do Cariri são listados no Quadro 9.

Quadro 9 — Inventário da infraestrutura de destinação de resíduos sólidos existente em Santana do Cariri.

| Infraestrutura | Quantidade | Especificações |
|-----------------------------|------------|--|
| Etapa: Destino final | | |
| Lixão Municipal | 01 | Área: 9.075 m ² 01 trator esteira (alugado) 01 retroescavadeira (alugado) |

Fonte: Informações obtidas na visita técnica (2019).

3.2. Avaliação da capacidade instalada

A análise de capacidade instalada pode ser feita ao compararmos as unidades instaladas e suas capacidades operacionais com o que seria necessário para suportar uma determinada quantidade de resíduos segundo as normas técnicas.

Em todos os municípios do COMARES – UC a disposição final dos resíduos sólidos urbanos é inadequada, com descarte em lixões, em que não há medidas de prevenção a riscos à saúde pública e à poluição do meio ambiente, como impermeabilização do solo, captação do chorume e dos gases gerados durante a decomposição da matéria orgânica, nem controle de entrada ou pesagem dos veículos que descartam os resíduos. Dessa forma, considera-se que não existe capacidade instalada para a disposição final dos resíduos nos municípios do COMARES – UC.

Quanto ao tratamento físico dos resíduos sólidos, em 6 (seis) municípios não há galpões de triagem disponíveis para o trabalho dos catadores. Em Altaneira não há equipamentos disponíveis para a triagem e em Barbalha não foi possível visitar o galpão da ACARB, mas nos foi relatado que a associação se encontrava em condições precárias. Já em Farias Brito o galpão de triagem é utilizado apenas por poucos catadores autônomos. O único município que apresenta condições adequadas de triagem é Nova Olinda, em que a associação local dispõe de galpão de triagem e equipamentos.

Em todos os municípios do COMARES – UC existem catadores realizando a triagem dos materiais recicláveis diretamente do maciço de resíduos nos lixões. Essa situação é considerada inadequada, uma vez que é considerada como um serviço insalubre e expõe

os catadores a riscos, como a acidentes e a problemas de saúde. Além disso, a situação de informalidade dos catadores não permite o acesso a uma série de direitos trabalhistas, o que dificulta o seu reconhecimento pelos órgãos da administração pública e o acesso a qualquer seguro social caso algum acidente ou doença lhes impossibilite trabalhar por um determinado período (IPEA, 2017).

No Quadro 10 é possível observar o resumo das principais informações sobre a infraestrutura do sistema de triagem de materiais recicláveis e de disposição final dos resíduos sólidos dos municípios considerados no projeto de concessão.

Portanto, conclui-se que melhorias na destinação final de resíduos sólidos urbanos nos municípios de Altaneira, Barbalha, Caririaçu, Crato, Farias Brito, Jardim, Missão Velha, Nova Olinda e Santana do Cariri, integrantes do COMARES – UC, devem ser realizadas para o atendimento da Lei Federal nº 12.305/2010, que dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e do Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Cariri (PRGIRS) (BRASIL, 2010a; CEARÁ, 2018f).

Quadro 10 —Resumo da infraestrutura do sistema de destinação final de resíduos sólidos do COMARES – UC.

| Município | Existência de associação de catadores | Catadores atuando no lixão | Infraestrutura para triagem | Especificações: infraestrutura (triagem) | Especificações: infraestrutura (disposição final) |
|-------------------|---------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|---|--|
| Altaneira | Sim | Sim | Galpão de alvenaria | • 01 estrutura de alvenaria. | • Área do lixão: 2.963 m ² ; • 01 trator esteira (Prefeitura). |
| Barbalha | Sim | Sim | Galpão de alvenaria | • 01 estrutura de alvenaria (alugada); • 01 caminhão carroceria (cedido). | • Área do lixão: 60.000 m ² ; • 01 trator esteira (empresa terceirizada); • 01 pá carregadeira (empresa terceirizada). |
| Caririaçu | Não | Sim | Inexistente | - | • Área do lixão: 11.400 m ² . |
| Crato | Sim | Sim | Inexistente | • 01 caminhão gaiola (cedido). (As demais estruturas e equipamentos da área foram perdidos em um incêndio) | • Área do lixão: 183.100 m ² . Maquinário para recobrimento dos resíduos (empresa terceirizada). |
| Farias Brito | Não | Sim | Barracão | • 01 barracão (utilizado por catador autônomo). | • Área do lixão: 32.166,06 m ² ; • 01 pá carregadeira (Prefeitura); • 01 retroescavadeira (Prefeitura); • 02 caçambas (Prefeitura); • 01 trator esteira (Prefeitura). |
| Jardim | Não | Sim | Inexistente | - | • Área do lixão: 32.300 m ² ; • 01 trator esteira (alugado); • 01 casa de taipa (ponto de apoio dos catadores). |
| Missão Velha | Não | Sim | Inexistente | - | • Área do lixão: 19.100 m ² ; • 01 trator esteira (empresa terceirizada). |
| Nova Olinda | Sim | Sim | Galpão de alvenaria | • 01 barracão; • 01 caminhão (Mercedes S10); • 06 carrinhos para coleta de recicláveis; • 03 prensas; • 01 picotadeira de papel; • 01 mesa de catação; • 02 balanças eletrônicas. | • Área do lixão: 25.039,40 m ² ; • 01 trator esteira (Prefeitura). |
| Santana do Cariri | Não | Sim | Inexistente | - | • Área do lixão: 9.075 m ² ; • 01 trator esteira (alugado); • 01 retroescavadeira (alugado). |

Fonte: CEARÁ (2014a; 2014b; 2014c; 2018a; 2018b; 2018c; 2018d, 2018e); Informações obtidas na visita técnica (2019).

4. Descritivo conceitual do projeto, com indicação da tecnologia para cada etapa do sistema, infraestrutura necessária e especificidades da capacidade total

Com base no atual sistema de manejo de resíduos sólidos dos municípios de Altaneira, Barbalha, Cariri, Crato, Farias Brito, Jardim, Missão Velha, Nova Olinda e Santana do Cariri, integrantes do COMARES – UC, e na quantidade de resíduos sólidos urbanos que será encaminhada para o transbordo, transporte e destinação final foi selecionada a rota tecnológica que representa o melhor modelo para execução dos serviços a longo prazo.

Para o dimensionamento e seleção das tecnologias mais apropriadas para a destinação final dos resíduos sólidos dos municípios citados, é preciso observar a estimativa de cada tipo de resíduo gerado em seu território. Para a realização dessa estimativa foi necessário, primeiramente, fazer a projeção populacional para os anos da concessão, calculada a partir da taxa geométrica de crescimento populacional de cada município entre os anos de 2000 e 2010 (IBGE), e multiplicá-la pela coleta *per capita* de RSU. Os cálculos da projeção populacional e de coleta de RSU estão descritos no item 4.1.

Além disso, também foi necessário realizar o levantamento dos quantitativos de resíduos sólidos urbanos de acordo com a sua origem, que constam no item 4.1. Para fins de esclarecimento os resíduos sólidos urbanos englobam os resíduos domiciliares, originários de atividades domésticas em residências urbanas e os resíduos de limpeza urbana originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana (BRASIL, 2010a).

O resíduo domiciliar é constituído por restos de alimentos (tais como, cascas de frutas, verduras etc.), produtos deteriorados, jornais e revistas, garrafas, embalagens em geral, papel higiênico, fraldas descartáveis e uma grande diversidade de outros itens. Contém ainda, alguns resíduos que podem ser potencialmente tóxicos.

Já os resíduos de varrição são compostos por areia, terra, folhas carregadas pelo vento, pontas de cigarro, pequenas embalagens, fezes de animais e demais resíduos acumulados

nas vias públicas (TCMGO, 2016). Outro resíduo de limpeza urbana significativo são os resíduos de poda, resultantes da manutenção de parques, jardins e áreas verdes do município.

Estima-se que em 2022, no primeiro ano da concessão, serão geradas 99.502 toneladas de RSU nos nove municípios, integrantes do COMARES – UC, das quais 4.975 toneladas (5%) serão de resíduos de varrição, 11.940 toneladas (12%) de resíduos verdes oriundos de podas e feiras livres e 1.990 toneladas (2%) de materiais provenientes da coleta seletiva de recicláveis secos. A coleta seletiva foi projetada considerando o atendimento de metas gradativas de forma a adaptar o Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Cariri (CEARÁ, 2018f).

Com base na demanda e nas tecnologias técnica e economicamente viáveis para a execução dos serviços de transporte, transbordo e destinação final, o consórcio consultor ao longo da modelagem da concessão apresentou para o Estado do Ceará e para o conjunto de municípios, integrantes do COMARES-UC, alguns cenários e a alternativa selecionada é apresentada no item 4.2.

4.1. Projeção de demanda para utilização das estruturas de operação dos serviços a serem concessionados

A projeção da demanda potencial das estruturas do projeto foi estimada com base na projeção populacional dos municípios de Altaneira, Barbalha, Caririaçu, Crato, Farias Brito, Jardim, Missão Velha, Nova Olinda e Santana do Cariri, integrantes do COMARES – UC, e na projeção da quantidade de resíduos sólidos urbanos coletada em cada município.

Para a projeção populacional utilizou-se o método de cálculo geométrico de crescimento anual da população. A partir da população estimada dos municípios em 2019, foi utilizada a taxa anual de crescimento para projetar a população pelos próximos 30 anos da concessão. A taxa média anual de crescimento da população de cada município que foi utilizada para o cálculo, entre os anos de 2000 e 2010 (IBGE, 2001; IBGE, 2011), pode ser observada na Tabela 1. Para a obtenção da projeção populacional total foi realizada a

soma da projeção da população de todos os municípios considerados no projeto de concessão. Os cálculos utilizados estão descritos a seguir:

$$\text{Taxa anual de crescimento} = \left(\frac{\text{Pop}_f}{\text{Pop}_i} \right)^{1/(\text{Ano}_f - \text{Ano}_i)} - 1) * 100$$

Onde:

Pop_f = População no ano final.

Pop_i = População no ano inicial.

Ano_f = Ano final.

Ano_i = Ano inicial.

$$\text{População projetada}_x = \text{Pop}_{x-1} * (1 + \text{Taxa anual de crescimento})^{\text{Ano}_f - \text{Ano}_i}$$

Onde:

População projetada_x = População projetada para o ano x.

Pop_{x-1} = População no ano anterior ao ano x.

Tabela 1 —Taxa anual de crescimento populacional dos municípios integrantes do COMARES – UC.

| Município | Taxa anual de crescimento populacional 2000-2010 (% a.a.) |
|-------------------|---|
| Altaneira | 1,89 |
| Barbalha | 1,64 |
| Caririaçu | 0,25 |
| Crato | 1,50 |
| Farias Brito | -0,66 |
| Jardim | 0,10 |
| Missão Velha | 0,51 |
| Nova Olinda | 1,67 |
| Santana do Cariri | 0,19 |

Fonte: Elaboração própria (2022).

A quantidade de resíduos sólidos urbanos coletada ao longo de 30 anos, nos municípios de Altaneira, Barbalha, Cariri, Crato, Farias Brito, Jardim, Missão Velha, Nova Olinda e Santana do Cariri, foi estimada com base no valor de coleta *per capita* de RSU, para a região nordeste em 2018, de 0,771 kg/hab./dia (ABRELPE, 2019).

Como o serviço de coleta dos resíduos sólidos urbanos não fará parte do escopo da concessão optou-se de forma conservadora em adotar o coeficiente de coleta *per capita* na modelagem do projeto, ao invés de geração *per capita*, visto que a taxa de cobertura desse serviço ficará ao encargo dos municípios, ou das empresas por eles contratadas, que encaminharão para a futura concessionária os resíduos efetivamente coletados. Caso haja variação na quantidade de RSU, projetada e realizada, encaminhada para o transbordo, transporte e destinação final, serão previstos na minuta de contrato e edital de concessão mecanismos de reequilíbrio econômico-financeiro.

O cálculo da quantidade de RSU coletada por ano está descrito a seguir:

$$RSU\ coletado_x = População\ projetada_x * \left(\frac{0,771}{1000} \right) * 365$$

Onde:

RSU coletado_x= RSU coletado no ano x (toneladas/ano).

Na Tabela 2 é possível observar a projeção da população total dos 09 (nove) municípios considerados na modelagem e do quantitativo de RSU coletado por ano ao longo da concessão.

Tabela 2 — Projeção da população e da quantidade de resíduos sólidos urbanos coletada nos municípios considerados no projeto ao longo da concessão.

| Ano | População total projetada (hab.) | Projeção da coleta de RSU (ton/ano) |
|------|----------------------------------|-------------------------------------|
| 2022 | 353.579 | 99.502 |
| 2023 | 357.305 | 100.551 |
| 2024 | 361.089 | 101.616 |
| 2025 | 364.931 | 102.697 |
| 2026 | 368.833 | 103.795 |
| 2027 | 372.795 | 104.910 |
| 2028 | 376.818 | 106.042 |
| 2029 | 380.903 | 107.192 |
| 2030 | 385.052 | 108.359 |
| 2031 | 389.264 | 109.545 |
| 2032 | 393.541 | 110.748 |
| 2033 | 397.884 | 111.971 |
| 2034 | 402.295 | 113.212 |
| 2035 | 406.773 | 114.472 |
| 2036 | 411.320 | 115.752 |
| 2037 | 415.938 | 117.051 |
| 2038 | 420.626 | 118.371 |
| 2039 | 425.387 | 119.710 |
| 2040 | 430.221 | 121.071 |
| 2041 | 435.130 | 122.452 |
| 2042 | 440.114 | 123.855 |
| 2043 | 445.176 | 125.279 |
| 2044 | 450.315 | 126.725 |
| 2045 | 455.533 | 128.194 |

| Ano | População total projetada (hab.) | Projeção da coleta de RSU (ton/ano) |
|------|----------------------------------|-------------------------------------|
| 2046 | 460.832 | 129.685 |
| 2047 | 466.213 | 131.199 |
| 2048 | 471.676 | 132.737 |
| 2049 | 477.224 | 134.298 |
| 2050 | 482.857 | 135.883 |
| 2051 | 488.577 | 137.493 |

Fonte: Elaboração própria (2022).

A partir da quantidade de RSU coletada em cada ano, estimou-se a quantidade coletada dos diferentes tipos de resíduos que compõem o RSU. De acordo com o “Guia para a elaboração dos Planos de Gestão de Resíduos Sólidos” (BRASIL, 2011), os resíduos de limpeza pública representam aproximadamente 15% dos resíduos sólidos urbanos gerados em uma cidade. Para levantar esse percentual nos municípios considerados no projeto de concessão foi estimada a massa de resíduos provenientes dos serviços de poda, capina e roçada, de limpeza de feiras livres e de varrição.

De acordo com a gravimetria realizada em Juazeiro do Norte em 2016, cerca de 10% do RSU é composto por resíduos de poda (JUAZEIRO DO NORTE, 2016). Apesar desse município não integrar o projeto de concessão, ele está localizado na região do Cariri, e, portanto, pode ser utilizado como referencial. Já para a estimativa dos resíduos provenientes de feiras livres, o “Guia para a elaboração dos Planos de Gestão de Resíduos Sólidos” (BRASIL, 2011) descreve que alguns municípios apresentam taxas de geração na ordem de 6 kg anuais *per capita*. Sendo assim, estima-se que os resíduos provenientes de feiras livres somem 2% do RSU, compondo ao todo 12% de resíduos verdes e orgânicos provenientes da limpeza de feiras livres.

Apesar de escasso, algumas cidades realizam o controle da quantidade de resíduo originada pelo serviço de varrição que representa aproximadamente de 3% a 6% do RSU. Dessa forma, foi adotada de maneira conservadora a estimativa de 5% de resíduos de

varrição para os municípios considerados no projeto de concessão, totalizando 17% de resíduos de limpeza pública gerado em cada município.

Embora a coleta seletiva porta a porta não tenha sido instituída nos municípios que fazem parte do projeto de concessão, as cooperativas/associações e os catadores de materiais recicláveis são responsáveis pela coleta e triagem de aproximadamente 1% do RSU coletado na região, conforme as informações obtidas durante as visitas técnicas realizadas nos municípios. Para estabelecer a meta da coleta seletiva de resíduos secos que deverá ser implantada pelos municípios, foi considerada a massa recuperada *per capita* de recicláveis secos encontrada na macrorregião nordeste, de 6,49 kg/hab./dia, de acordo com “*Diagnóstico de Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2018*” (BRASIL, 2019). A partir desse valor, o percentual de material reciclável recuperado em relação ao RSU seria de aproximadamente 2%, ou seja, um valor muito próximo dos dados primários levantados. Sendo assim, adotou-se o valor 2% de coleta seletiva de secos para os anos iniciais da concessão.

Na Tabela 3 é apresentada a composição do RSU e a projeção de demanda para cada tipo de resíduo.

Tabela 3 — Composição dos Resíduos Sólidos Urbanos e Projeção da Demanda.

| Ano | Projeção populacional (hab.) | Resíduos sólidos Urbanos - RSU (t/ano) | Resíduos Sólidos Domiciliares - RSD (t/ano) | Resíduos de Limpeza Urbana - Varrição (t/ano) | Resíduos de Limpeza Urbana - Poda e Feiras Livres (t/ano) | Coleta porta a porta de RSD - incluída varrição (t/ano) | Coleta Seletiva de Materiais Recicláveis (t/ano) | |
|-----|------------------------------|--|---|---|---|---|--|-------|
| | | | | 5% | 12% | | | |
| 1 | 2022 | 353.579 | 99.502 | 80.597 | 4.975 | 11.940 | 85.572 | 1.990 |
| 2 | 2023 | 357.305 | 100.551 | 81.446 | 5.028 | 12.066 | 86.474 | 2.011 |
| 3 | 2024 | 361.089 | 101.616 | 82.309 | 5.081 | 12.194 | 87.390 | 2.032 |
| 4 | 2025 | 364.931 | 102.697 | 83.185 | 5.135 | 12.324 | 88.320 | 2.054 |
| 5 | 2026 | 368.833 | 103.795 | 83.036 | 5.190 | 12.455 | 88.226 | 3.114 |
| 6 | 2027 | 372.795 | 104.910 | 83.928 | 5.246 | 12.589 | 89.174 | 3.147 |
| 7 | 2028 | 376.818 | 106.042 | 84.834 | 5.302 | 12.725 | 90.136 | 3.181 |
| 8 | 2029 | 380.903 | 107.192 | 85.754 | 5.360 | 12.863 | 91.113 | 3.216 |
| 9 | 2030 | 385.052 | 108.359 | 86.687 | 5.418 | 13.003 | 92.105 | 3.251 |
| 10 | 2031 | 389.264 | 109.545 | 87.636 | 5.477 | 13.145 | 93.113 | 3.286 |
| 11 | 2032 | 393.541 | 110.748 | 88.599 | 5.537 | 13.290 | 94.136 | 3.322 |
| 12 | 2033 | 397.884 | 111.971 | 89.577 | 5.599 | 13.436 | 95.175 | 3.359 |
| 13 | 2034 | 402.295 | 113.212 | 88.305 | 5.661 | 13.585 | 93.966 | 5.661 |
| 14 | 2035 | 406.773 | 114.472 | 89.288 | 5.724 | 13.737 | 95.012 | 5.724 |
| 15 | 2036 | 411.320 | 115.752 | 90.286 | 5.788 | 13.890 | 96.074 | 5.788 |
| 16 | 2037 | 415.938 | 117.051 | 91.300 | 5.853 | 14.046 | 97.152 | 5.853 |
| 17 | 2038 | 420.626 | 118.371 | 92.329 | 5.919 | 14.204 | 98.248 | 5.919 |
| 18 | 2039 | 425.387 | 119.710 | 93.374 | 5.986 | 14.365 | 99.360 | 5.986 |
| 19 | 2040 | 430.221 | 121.071 | 94.435 | 6.054 | 14.528 | 100.489 | 6.054 |
| 20 | 2041 | 435.130 | 122.452 | 95.513 | 6.123 | 14.694 | 101.635 | 6.123 |
| 21 | 2042 | 440.114 | 123.855 | 96.607 | 6.193 | 14.863 | 102.799 | 6.193 |
| 22 | 2043 | 445.176 | 125.279 | 97.718 | 6.264 | 15.033 | 103.982 | 6.264 |
| 23 | 2044 | 450.315 | 126.725 | 98.846 | 6.336 | 15.207 | 105.182 | 6.336 |
| 24 | 2045 | 455.533 | 128.194 | 99.991 | 6.410 | 15.383 | 106.401 | 6.410 |
| 25 | 2046 | 460.832 | 129.685 | 101.154 | 6.484 | 15.562 | 107.639 | 6.484 |
| 26 | 2047 | 466.213 | 131.199 | 102.335 | 6.560 | 15.744 | 108.895 | 6.560 |
| 27 | 2048 | 471.676 | 132.737 | 103.535 | 6.637 | 15.928 | 110.171 | 6.637 |

| | | | | | | | | |
|----|------|---------|---------|---------|-------|--------|---------|-------|
| 28 | 2049 | 477.224 | 134.298 | 104.752 | 6.715 | 16.116 | 111.467 | 6.715 |
| 29 | 2050 | 482.857 | 135.883 | 105.989 | 6.794 | 16.306 | 112.783 | 6.794 |
| 30 | 2051 | 488.577 | 137.493 | 107.244 | 6.875 | 16.499 | 114.119 | 6.875 |

Meta Coleta Seletiva de Resíduos Secos

| | |
|---------------|----|
| Até o 4° | 2% |
| Do 5° ao 12° | 3% |
| Do 13° ao 30° | 5% |

Fonte: Elaboração própria (2022).

4.2. Indicação da tecnologia para cada etapa do sistema

A rota tecnológica é o conjunto de processos, tecnologias e fluxos dos resíduos desde a sua geração até a sua disposição final, além de contemplar tecnologias de tratamento dos resíduos com ou sem valoração energética. Após o aprofundamento dos estudos técnico, jurídico e econômico-financeiro foi selecionado o cenário que se demonstrou mais vantajoso para os municípios de Altaneira, Barbalha, Caririaçu, Crato, Farias Brito, Jardim, Missão Velha, Nova Olinda e Santana do Cariri, integrantes do COMARES – UC, considerando nesta análise, também, os ganhos ambiental e social da rota tecnológica.

Os serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos indicados para o conjunto de municípios considerados na modelagem da concessão são os seguintes:

- Implantação, operação e manutenção de Central de Tratamento Regional de Resíduos (CTR), incluindo:
 - Unidade de Tratamento Mecânico de Resíduos Sólidos Urbanos;
 - Unidade de Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos;
 - Aterro Sanitário Regional;
- Implantação, operação e manutenção de 04 (quatro) Estações de Transferência de Resíduos;
- Implantação, operação e manutenção de 09 (nove) Unidades de Tratamento de Resíduos Orgânicos para os resíduos verdes e de feiras livres nas CMRs;
- Implantação de 09 (nove) Galpões de Triagem Manual de materiais recicláveis nas CMRs;
- Destinação final temporária em aterro privado.

Para otimizar a gestão dos resíduos coletados nos municípios do COMARES – UC é indicada a implantação, operação e manutenção de Estações de Transferência de Resíduos (ETR), que deverão receber os resíduos provenientes da coleta domiciliar e os rejeitos provenientes das Centrais Municipais de Resíduos, para o posterior envio desses resíduos para a Central de Tratamento Regional de Resíduos (CTR). Está prevista a implantação de 04 (quatro) ETRs: 01 (uma) em Barbalha, recebendo os resíduos de

Barbalha e Missão Velha, 01 (uma) em Nova Olinda, recebendo os resíduos de Nova Olinda, Altaneira e Santana do Cariri, 01 (uma) em Jardim e 01 (uma) em Farias Brito, recebendo apenas os resíduos dos próprios municípios. A capacidade média de recebimento da ETR de Barbalha é de 95 toneladas/dia, de Nova Olinda é de 39,5 toneladas/dia, de Jardim é de 21,8 toneladas/dia e de Farias Brito é de 13,7 toneladas/dia. Os municípios de Crato e Caririaçu irão enviar seus resíduos diretamente para a CTR.

As ETRs devem ser instaladas até o final do primeiro ano da concessão (ano 2022) e ocupar uma área de 8.250 m². Estima-se que em seu primeiro ano de funcionamento a ETR de Nova Olinda receberá 12.000 toneladas, a ETR de Barbalha 28.416 toneladas, a ETR de Jardim 7.679 toneladas e a ETR de Farias Brito 5.330 toneladas.

Também é indicada a implantação de um Galpão de Triagem Manual de materiais recicláveis em cada um dos municípios considerados na modelagem da concessão. A instalação desses galpões pela concessionária visa apoiar o serviço de coleta seletiva a ser implantado em cada município, bem como o trabalho desenvolvido pelos catadores de materiais recicláveis de forma a aumentar a renda dos associados/cooperados, de fomentar a reciclagem na região e de atender a Nota Técnica Conjunta n° 1/2020.

Os Galpões de Triagem Manual deverão ser instalados até o fim do segundo ano da concessão, preferencialmente em área cedida pelo poder concedente dentro das CMRs. O dimensionamento dos galpões depende de sua capacidade de recebimento: Altaneira, Santana do Cariri, Farias Brito, Jardim, Caririaçu, Nova Olinda e Missão Velha terão um galpão de triagem de 300 m² cada, Barbalha terá um galpão de triagem de 600 m² e Crato um galpão de triagem de 1.200 m².

A concessionária também irá implantar e operar uma Unidade de Tratamento de Resíduos Orgânicos em cada um dos municípios considerados no projeto de concessão, preferencialmente em área cedida pelo poder concedente dentro das CMRs, que receberá os resíduos verdes e de feiras livres. No presente estudo a tecnologia considerada foi a compostagem aeróbia.

A área do pátio de compostagem será dimensionada de acordo com a quantidade de resíduos recebidos em cada unidade. A compostagem da CMR irá iniciar sua operação no quinto ano da concessão, coincidindo com o início de operação do aterro sanitário regional. Da quantidade total de resíduos verdes e de feiras livres destinados para a compostagem aeróbia estima-se que 65% sejam efetivamente convertidos em composto, 10% seja rejeito e cerca de 25% da massa seja perdida no processo de decomposição, gerando água e CO₂ (dióxido de carbono).

Além disso, deverá ser realizada pela concessionária a implantação, operação e manutenção de uma Central de Tratamento Regional de Resíduos (CTR), contendo 01 (uma) Unidade de Tratamento Mecânico de RSU, 01 (uma) Unidade de Tratamento de RSU e 01 (um) Aterro Sanitário. A área estimada para implantação da CTR é de aproximadamente 207.000 m².

Para o tratamento mecânico de RSU foi considerada a instalação de uma triagem automatizada, até o final do quarto ano da concessão na CTR, para o recebimento e a segregação dos resíduos urbanos, encaminhados para a destinação final, em resíduos recicláveis secos, recicláveis úmidos e rejeitos.

No seu primeiro ano de operação, previsto para o ano de 2026, a Unidade de Tratamento Mecânico deverá receber aproximadamente 90.500 toneladas de resíduos mistos provenientes da coleta de resíduos domiciliares executada nos municípios.

A capacidade média da triagem automatizada deverá ser de 25 toneladas/hora e a área requerida para sua implantação é de aproximadamente 2.300 m². Estima-se que a eficiência da unidade para a segregação dos materiais recicláveis seja de 12%, os resíduos orgânicos serão segregados de acordo com a capacidade de recebimento da Unidade de Tratamento de RSU que será implantada dentro da CTR, sendo o restante considerado rejeito.

Os materiais reciclados segregados deverão ser encaminhados, preferencialmente, para as cooperativas e/ou associações de catadores ou poderão ser comercializados para fins

de geração de receita acessória no caso de sua exploração ser autorizada pelo poder concedente.

Para a valorização dos resíduos sólidos úmidos na Unidade de Tratamento de RSU o processo considerado foi a compostagem aeróbia, que deverá ser implantada até o fim do décimo quarto ano da concessão e irá receber os materiais orgânicos segregados na Unidade de Tratamento Mecânico. Sua capacidade média de recebimento deverá ser de 37,8 toneladas/dia e ocupar uma área de aproximadamente 18.300 m². Da quantidade total de resíduos orgânicos destinados para a compostagem aeróbia estima-se que 65% sejam efetivamente convertidos em composto, 10% seja rejeito e cerca de 25% da massa seja perdida no processo de decomposição, gerando água e CO₂ (dióxido de carbono).

Para a disposição final dos rejeitos a concessionária deverá implantar um Aterro Sanitário regional até o final do quarto ano de concessão, uma vez que atualmente a destinação final é feita de maneira inadequada em lixões, sem cobertura dos resíduos ou captação de chorume e dos gases produzidos pela decomposição da matéria orgânica. Como o aterro sanitário só deve iniciar sua operação no quinto ano da concessão, devido ao tempo requerido para a seleção da área e para o licenciamento ambiental do empreendimento, a destinação final do segundo ao quarto ano da concessão deverá ser realizada em aterro sanitário privado.

A área estimada para a instalação do aterro sanitário é de aproximadamente 125.000 m², com capacidade média de recebimento de aproximadamente 269 toneladas por dia de resíduos de Classe IIA.

O projeto do Aterro Sanitário Regional deverá considerar uma capacidade de disposição final de aproximadamente 2.189.380 toneladas de resíduos sólidos urbanos para 26 anos de operação. No quinto ano de concessão, ou seja, no primeiro ano de operação do Aterro Sanitário, a quantidade de resíduos encaminhada para o empreendimento será de aproximadamente 79.639 toneladas de RSU.

A quantidade de resíduos sólidos urbanos que será desviada do aterro sanitário no quinto ano de concessão será de 23,3%, dos quais 12,8% serão a partir do tratamento nas CMRs

e 10,5% da CTR. Já no décimo quinto ano da concessão, 14,2% dos resíduos sólidos urbanos serão desviados a partir do tratamento nas CMRs e 14,1% na CTR, totalizando um desvio de 28,3%. A evolução do desvio de resíduos do aterro sanitário ao longo da concessão pode ser observada no Quadro 11.

Quadro 11 — Estimativa de redução de resíduos dispostos em aterro sanitário ao longo da concessão.

| Ano | | Porcentagem de resíduos secos desviados em relação ao RSU coletado | | Porcentagem de resíduos úmidos desviados em relação ao RSU coletado | | Porcentagem de resíduos desviados do aterro sanitário em relação ao RSU coletado |
|-----|------|--|-------|---|-------|--|
| | | CMR | CTR | CMR | CTR | |
| 1 | 2022 | - | - | - | - | - |
| 2 | 2023 | - | - | - | - | - |
| 3 | 2024 | 1,3% | - | - | - | 1,3% |
| 4 | 2025 | 2,0% | - | - | - | 23,3% |
| 5 | 2026 | 2,0% | 10,5% | 10,8% | - | 23,3% |
| 6 | 2027 | 2,0% | 10,5% | 10,8% | - | 23,3% |
| 7 | 2028 | 2,0% | 10,5% | 10,8% | - | 23,3% |
| 8 | 2029 | 2,0% | 10,5% | 10,8% | - | 23,3% |
| 9 | 2030 | 2,0% | 10,5% | 10,8% | - | 23,3% |
| 10 | 2031 | 2,0% | 10,5% | 10,8% | - | 23,3% |
| 11 | 2032 | 2,0% | 10,5% | 10,8% | - | 23,3% |
| 12 | 2033 | 3,4% | 10,3% | 10,8% | - | 24,5% |
| 13 | 2034 | 3,4% | 10,3% | 10,8% | - | 24,5% |
| 14 | 2035 | 3,4% | 10,3% | 10,8% | - | 28,3% |
| 15 | 2036 | 3,4% | 10,3% | 10,8% | 3,9% | 28,3% |
| 16 | 2037 | 3,4% | 10,3% | 10,8% | 3,9% | 28,3% |
| 17 | 2038 | 3,4% | 10,3% | 10,8% | 3,9% | 28,3% |
| 18 | 2039 | 3,4% | 10,3% | 10,8% | 3,9% | 28,3% |
| 19 | 2040 | 3,4% | 10,3% | 10,8% | 7,7% | 32,2% |
| 20 | 2041 | 3,4% | 10,3% | 10,8% | 7,7% | 32,2% |
| 21 | 2042 | 3,4% | 10,3% | 10,8% | 7,7% | 32,2% |
| 22 | 2043 | 3,4% | 10,3% | 10,8% | 7,7% | 32,2% |
| 23 | 2044 | 3,4% | 10,3% | 10,8% | 7,7% | 32,2% |
| 24 | 2045 | 3,4% | 10,3% | 10,8% | 12,4% | 36,8% |
| 25 | 2046 | 3,4% | 10,3% | 10,8% | 12,4% | 36,8% |
| 26 | 2047 | 3,4% | 10,3% | 10,8% | 12,4% | 36,8% |

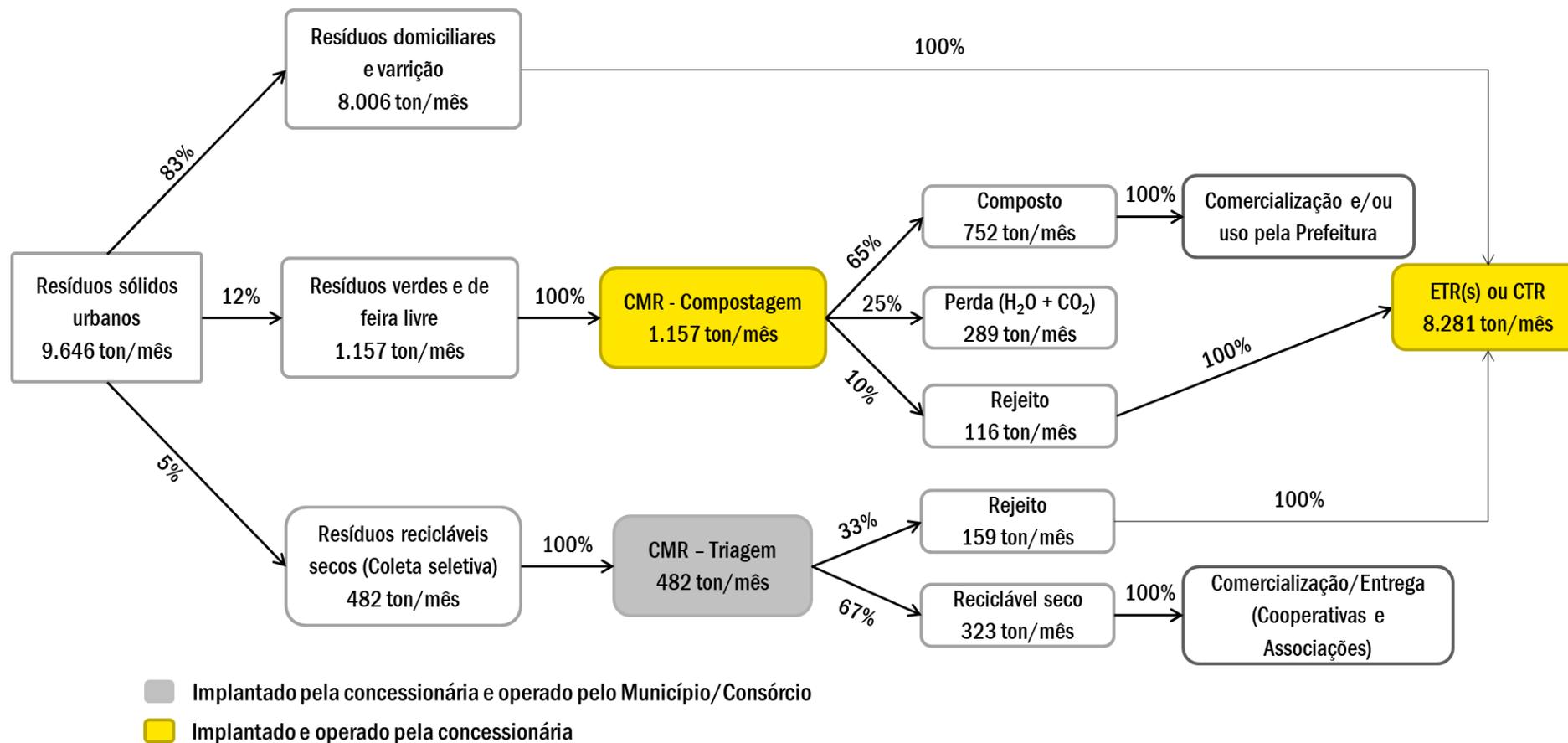
| Ano | | Porcentagem de resíduos secos desviados em relação ao RSU coletado | | Porcentagem de resíduos úmidos desviados em relação ao RSU coletado | | Porcentagem de resíduos desviados do aterro sanitário em relação ao RSU coletado |
|-----|------|--|-------|---|-------|--|
| | | CMR | CTR | CMR | CTR | |
| 27 | 2048 | 3,4% | 10,3% | 10,8% | 12,4% | 36,8% |
| 28 | 2049 | 3,4% | 10,3% | 10,8% | 12,4% | 36,8% |
| 29 | 2050 | 3,4% | 10,3% | 10,8% | 12,4% | 36,8% |
| 30 | 2051 | 3,4% | 10,3% | 10,8% | 12,4% | 36,8% |

Fonte: Elaboração própria (2022).

O fluxograma e o balanço de massa da rota tecnológica proposta para os municípios de Altaneira, Barbalha, Cariri, Crato, Farias Brito, Jardim, Missão Velha, Nova Olinda e Santana do Cariri, integrantes do COMARES – UC estão apresentados na Figura 1 e na Tabela 4, respectivamente. O fluxograma da rota tecnológica apresentado é referente ao 15º ano da concessão, considerando que esse será o ano em que todas as unidades operadas pela concessionária estarão em funcionamento.

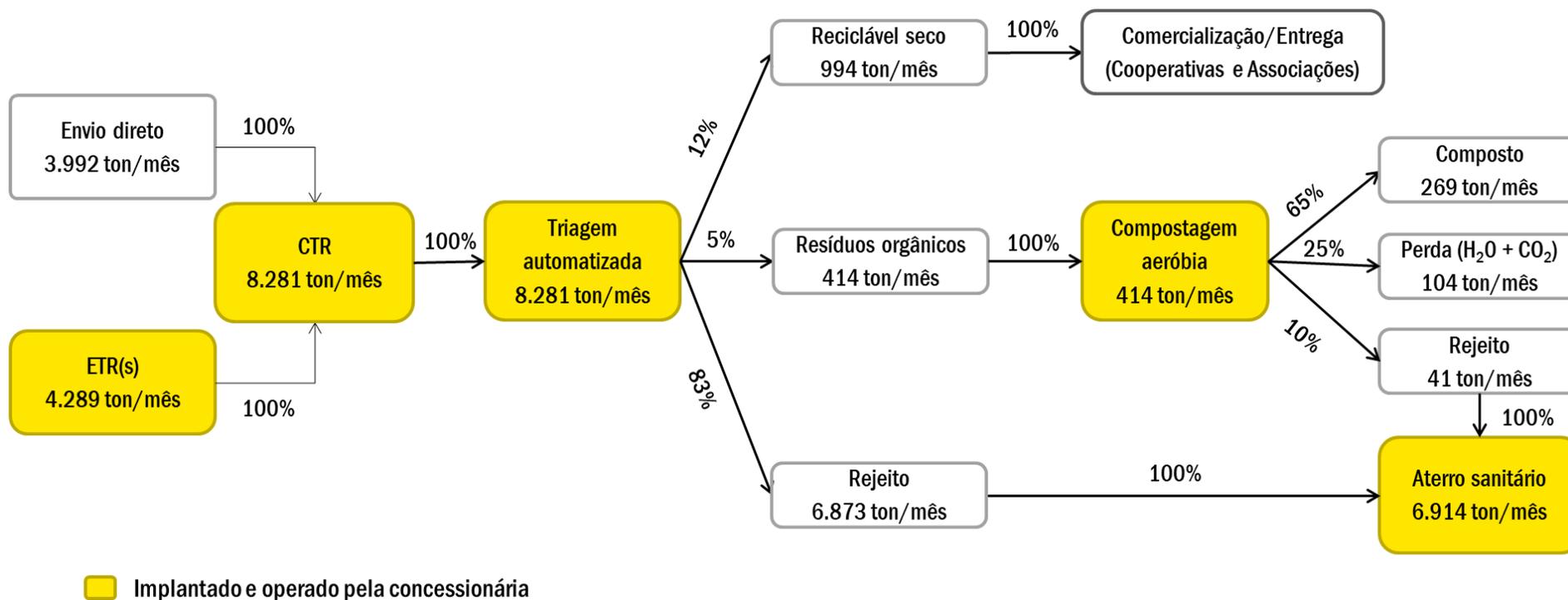
Na Tabela 5 é possível observar o cronograma de implantação e operação dos serviços indicados para transbordo, transporte e destinação final dos municípios considerados no projeto de concessão.

Figura 1 — Fluxograma da rota tecnológica proposta para o 15º ano de concessão em relação ao total de RSU (continua).



Fonte: Elaboração própria (2022).

Figura 1 — Fluxograma da rota tecnológica proposta para o 15º ano de concessão em relação ao total de RSU (conclusão).



Fonte: Elaboração própria (2022).

Tabela 4 — Balanço de massa da rota tecnológica proposta (continua).

| Ano | | CMRs | | | | | | |
|-----|------|---|--|---|--|---|--|--|
| | | Galpões de Triagem Manual (Entrada) (t/ano) | Galpões de Triagem Manual (Reciclável) (t/ano) | Galpões de Triagem Manual (Rejeito) (t/ano) | Tratamento de Resíduos Orgânicos (Entrada) (t/ano) | Tratamento de Resíduos Orgânicos (Composto) (t/ano) | Tratamento de Resíduos Orgânicos (Perda líquido + gás) (t/ano) | Tratamento de Resíduos Orgânicos (Rejeito) (t/ano) |
| | | | 67% | 33% | | 65% | 25% | |
| 1 | 2022 | - | - | - | - | - | - | - |
| 2 | 2023 | - | - | - | - | - | - | - |
| 3 | 2024 | 2.032 | 1.362 | 671 | - | - | - | - |
| 4 | 2025 | 2.054 | 1.376 | 678 | - | - | - | - |
| 5 | 2026 | 3.114 | 2.086 | 1.028 | 12.455 | 8.096 | 3.114 | 1.246 |
| 6 | 2027 | 3.147 | 2.109 | 1.039 | 12.589 | 8.183 | 3.147 | 1.259 |
| 7 | 2028 | 3.181 | 2.131 | 1.050 | 12.725 | 8.271 | 3.181 | 1.273 |
| 8 | 2029 | 3.216 | 2.155 | 1.061 | 12.863 | 8.361 | 3.216 | 1.286 |
| 9 | 2030 | 3.251 | 2.178 | 1.073 | 13.003 | 8.452 | 3.251 | 1.300 |
| 10 | 2031 | 3.286 | 2.202 | 1.084 | 13.145 | 8.544 | 3.286 | 1.315 |
| 11 | 2032 | 3.322 | 2.226 | 1.096 | 13.290 | 8.638 | 3.322 | 1.329 |
| 12 | 2033 | 3.359 | 2.251 | 1.109 | 13.436 | 8.734 | 3.359 | 1.344 |
| 13 | 2034 | 5.661 | 3.793 | 1.868 | 13.585 | 8.831 | 3.396 | 1.359 |
| 14 | 2035 | 5.724 | 3.835 | 1.889 | 13.737 | 8.929 | 3.434 | 1.374 |
| 15 | 2036 | 5.788 | 3.878 | 1.910 | 13.890 | 9.029 | 3.473 | 1.389 |
| 16 | 2037 | 5.853 | 3.921 | 1.931 | 14.046 | 9.130 | 3.512 | 1.405 |
| 17 | 2038 | 5.919 | 3.965 | 1.953 | 14.204 | 9.233 | 3.551 | 1.420 |
| 18 | 2039 | 5.986 | 4.010 | 1.975 | 14.365 | 9.337 | 3.591 | 1.437 |
| 19 | 2040 | 6.054 | 4.056 | 1.998 | 14.528 | 9.444 | 3.632 | 1.453 |
| 20 | 2041 | 6.123 | 4.102 | 2.020 | 14.694 | 9.551 | 3.674 | 1.469 |
| 21 | 2042 | 6.193 | 4.149 | 2.044 | 14.863 | 9.661 | 3.716 | 1.486 |
| 22 | 2043 | 6.264 | 4.197 | 2.067 | 15.033 | 9.772 | 3.758 | 1.503 |
| 23 | 2044 | 6.336 | 4.245 | 2.091 | 15.207 | 9.885 | 3.802 | 1.521 |
| 24 | 2045 | 6.410 | 4.294 | 2.115 | 15.383 | 9.999 | 3.846 | 1.538 |
| 25 | 2046 | 6.484 | 4.344 | 2.140 | 15.562 | 10.115 | 3.891 | 1.556 |
| 26 | 2047 | 6.560 | 4.395 | 2.165 | 15.744 | 10.234 | 3.936 | 1.574 |
| 27 | 2048 | 6.637 | 4.447 | 2.190 | 15.928 | 10.353 | 3.982 | 1.593 |
| 28 | 2049 | 6.715 | 4.499 | 2.216 | 16.116 | 10.475 | 4.029 | 1.612 |
| 29 | 2050 | 6.794 | 4.552 | 2.242 | 16.306 | 10.599 | 4.076 | 1.631 |
| 30 | 2051 | 6.875 | 4.606 | 2.269 | 16.499 | 10.724 | 4.125 | 1.650 |

Tabela 4 — Balanço de massa da rota tecnológica proposta (conclusão).

| Ano | CTR Regional | | | | | | | | | | | Aterro Sanitário o Privado (t/ano) | | |
|-----|--------------------------------|---------------------------------------|---|--------------------------------------|-------|--------|--------|---------------------------------------|---|--|---|------------------------------------|---|--------------------------|
| | CTR Regional (Entrada) (t/ano) | Tratamento Mecânico (Entrada) (t/ano) | Tratamento Mecânico (Recicláveis Secos) (t/ano) | Tratamento Mecânico (Úmidos) (t/ano) | | | | Tratamento Mecânico (Rejeito) (t/ano) | Tratamento RSU (orgânico) (Entrada) (t/ano) | Tratamento RSU (orgânico) (Composto) (t/ano) | Tratamento RSU (orgânico) (Perda líquido + gás) (t/ano) | | Tratamento RSU (orgânico) (Rejeito) (t/ano) | Aterro Sanitário (t/ano) |
| | | | | 12% | 5% | 10% | 16% | | | | | | | |
| 1 | 2022 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2 | 2023 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 100.551 |
| 3 | 2024 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 100.254 |
| 4 | 2025 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 101.321 |
| 5 | 2026 | 90.499 | 90.499 | 10.860 | - | - | - | 79.639 | - | - | - | - | 79.639 | - |
| 6 | 2027 | 91.471 | 91.471 | 10.977 | - | - | - | 80.495 | - | - | - | - | 80.495 | - |
| 7 | 2028 | 92.458 | 92.458 | 11.095 | - | - | - | 81.363 | - | - | - | - | 81.363 | - |
| 8 | 2029 | 93.461 | 93.461 | 11.215 | - | - | - | 82.245 | - | - | - | - | 82.245 | - |
| 9 | 2030 | 94.478 | 94.478 | 11.337 | - | - | - | 83.141 | - | - | - | - | 83.141 | - |
| 10 | 2031 | 95.512 | 95.512 | 11.461 | - | - | - | 84.051 | - | - | - | - | 84.051 | - |
| 11 | 2032 | 96.562 | 96.562 | 11.587 | - | - | - | 84.974 | - | - | - | - | 84.974 | - |
| 12 | 2033 | 97.627 | 97.627 | 11.715 | - | - | - | 85.912 | - | - | - | - | 85.912 | - |
| 13 | 2034 | 97.192 | 97.192 | 11.663 | - | - | - | 85.529 | - | - | - | - | 85.529 | - |
| 14 | 2035 | 98.274 | 98.274 | 11.793 | - | - | - | 86.481 | - | - | - | - | 86.481 | - |
| 15 | 2036 | 99.373 | 99.373 | 11.925 | 4.969 | - | - | 82.479 | 4.969 | 3.230 | 1.242 | 497 | 82.976 | - |
| 16 | 2037 | 100.488 | 100.488 | 12.059 | 5.024 | - | - | 83.405 | 5.024 | 3.266 | 1.256 | 502 | 83.908 | - |
| 17 | 2038 | 101.621 | 101.621 | 12.195 | 5.081 | - | - | 84.345 | 5.081 | 3.303 | 1.270 | 508 | 84.854 | - |
| 18 | 2039 | 102.771 | 102.771 | 12.333 | 5.139 | - | - | 85.300 | 5.139 | 3.340 | 1.285 | 514 | 85.814 | - |
| 19 | 2040 | 103.939 | 103.939 | 12.473 | 5.197 | - | - | 86.270 | 5.197 | 3.378 | 1.299 | 520 | 86.789 | - |
| 20 | 2041 | 105.125 | 105.125 | 12.615 | - | 10.513 | - | 81.998 | 10.513 | 6.833 | 2.628 | 1.051 | 83.049 | - |
| 21 | 2042 | 106.329 | 106.329 | 12.760 | - | 10.633 | - | 82.937 | 10.633 | 6.911 | 2.658 | 1.063 | 84.000 | - |
| 22 | 2043 | 107.552 | 107.552 | 12.906 | - | 10.755 | - | 83.891 | 10.755 | 6.991 | 2.689 | 1.076 | 84.966 | - |
| 23 | 2044 | 108.794 | 108.794 | 13.055 | - | 10.879 | - | 84.859 | 10.879 | 7.072 | 2.720 | 1.088 | 85.947 | - |
| 24 | 2045 | 110.054 | 110.054 | 13.207 | - | 11.005 | - | 85.842 | 11.005 | 7.154 | 2.751 | 1.101 | 86.943 | - |
| 25 | 2046 | 111.335 | 111.335 | 13.360 | - | - | 17.814 | 80.161 | 17.814 | 11.579 | 4.453 | 1.781 | 81.942 | - |
| 26 | 2047 | 112.635 | 112.635 | 13.516 | - | - | 18.022 | 81.097 | 18.022 | 11.714 | 4.505 | 1.802 | 82.899 | - |
| 27 | 2048 | 113.954 | 113.954 | 13.675 | - | - | 18.233 | 82.047 | 18.233 | 11.851 | 4.558 | 1.823 | 83.871 | - |
| 28 | 2049 | 115.295 | 115.295 | 13.835 | - | - | 18.447 | 83.012 | 18.447 | 11.991 | 4.612 | 1.845 | 84.857 | - |
| 29 | 2050 | 116.656 | 116.656 | 13.999 | - | - | 18.665 | 83.992 | 18.665 | 12.132 | 4.666 | 1.866 | 85.859 | - |
| 30 | 2051 | 118.038 | 118.038 | 14.165 | - | - | 18.886 | 84.987 | 18.886 | 12.276 | 4.722 | 1.889 | 86.876 | - |

Tabela 5 – Cronograma de implantação e operação dos serviços indicados para transbordo, transporte e destinação final dos municípios considerados no projeto de concessão.

| Implantação e Operação dos Serviços | Ano 1 | Ano 2 | Ano 3 | Ano 4 | Ano 5 | Ano 6 | Ano 7 | Ano 8 | Ano 9 | Ano 10 | Ano 11 | Ano 12 | Ano 13 | Ano 14 | Ano 15 | Ano 16 | Ano 17 | Ano 18 | Ano 19 | Ano 20 | Ano 25 | Ano 30 | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| Estações de Transferência de Resíduos (4x) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Unidade de Tratamento Mecânico de RSU - CTR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Unidade de Tratamento de RSU - CTR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aterro Sanitário - CTR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Galpões de Triagem Manual – CMR (9x) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Unidade de Tratamento de Resíduos Orgânicos – CMR (9x) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aterro Privado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| |
|--|
| Implantação |
| Operação/Monitoramento/Utilização |

Fonte: Elaboração própria (2022).

5. Identificação e mapeamento de áreas de implantação do projeto

Nos itens a seguir serão apresentados a identificação e o mapeamento de possíveis áreas para a implantação do sistema de transbordo, transporte e destinação final dos resíduos sólidos urbanos, conforme o escopo da concessão indicado no item 4.2.

5.1. Galpões de Triagem Manual e Unidades de Tratamento de Resíduos Orgânicos nas CMRs

No presente estudo está sendo considerado que os Galpões de Triagem Manual e as Unidades de Tratamento de Resíduos Orgânicos serão implantados pela concessionária dentro das áreas afetadas pelos municípios para a implantação da Central Municipal de Resíduos (CMR).

De acordo os Planos de Coletas Seletivas a CMR constitui-se de área de manejo de resíduos verdes, volumosos, galpão para resíduos secos e área para recepção de resíduos da logística reversa, área para operação de resíduos da construção civil, uma unidade de compostagem e instalações de apoio (CEARÁ, 2017; 2019). Além disso, essa estrutura também atuará como um local de entrega voluntária de resíduos para a população do município que more num raio entre 1,5 km e 2 km de distância (CEARÁ, 2017; 2019).

Ainda segundo os Planos de Coletas Seletivas (CEARÁ, 2017; 2019) as áreas de instalação das CMRs na Região do Cariri podem variar de 7,5 mil a 20 mil m².

A seleção dessas estruturas para a implantação dos Galpões de Triagem Manual e das Unidades de Tratamento de Resíduos Orgânicos tem como objetivo viabilizar a implantação das CMRs por parte dos municípios considerados no projeto de concessão para o atendimento do Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Cariri (PRGIRS), dos Planos Plano de Coletas Seletivas, bem como do Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) firmado entre o Ministério Público, COMARES-UC, Secretaria das Cidades, Secretaria de Meio Ambiente do Estado e os Municípios integrantes do COMARES-UC no

dia 18 de junho de 2019. A divisão de responsabilidades entre a concessionária e o consórcio/municípios sobre as estruturas a serem implantadas nas CMRs está apresentada no Quadro 12.

Quadro 12— Divisão de responsabilidades sobre as estruturas das CMRs.

| Estrutura | Responsabilidade pela implantação |
|---|--|
| Terraplanagem | Concessionária |
| Isolamento em cerca | Concessionária |
| Cerva viva | Consórcio/municípios |
| Acesso externo | Consórcio/municípios |
| Guarita | Concessionária |
| Edificações de apoio | Concessionária |
| Instalação e manutenção de balança | Concessionária |
| Casa de controle | Concessionária |
| Galpão de triagem manual | Concessionária |
| Unidade de Tratamento de Resíduos Orgânicos | Concessionária |
| Área de manejo dos resíduos da construção civil | Consórcio/municípios |
| Demais unidades de valorização de resíduos | Consórcio/municípios |

Fonte: Elaboração própria (2022).

Os municípios integrantes do projeto de concessão já realizaram a desafetação das áreas para a implantação das CMRs de acordo com as informações obtidas com o COMARES-UC e com o Estado do Ceará, cujas coordenadas foram disponibilizadas para a elaboração do presente estudo.

Nos municípios de Caririaçu, Farias Brito, Jardim, Nova Olinda e Santana do Cariri a afetação do terreno para a instalação da CMR foi realizada por meio de Decreto Municipal, sendo que em Farias Brito e Nova Olinda a área corresponde a 7.500 m², e em Caririaçu, Jardim e Santana do Cariri a área corresponde a 10.000 m².

A formalização da afetação do terreno para a instalação das CMRs nos municípios de Altaneira, Barbalha, Crato e Missão Velha não foi disponibilizada, apenas o dimensionamento prévio da área e/ou a informação de sua coordenada geográfica. No Quadro 13 é possível observar a compilação das informações das CMRs.

Quadro 13 — Informações sobre as áreas das CMRs.

| Município | Área de afetação para a CMR | | Coordenada Geográfica da CMR* | Localização ** | Distância da sede (km) | Mapa com localização da CMR |
|--------------|-----------------------------|--|-------------------------------|---|------------------------|-----------------------------|
| | Área (m ²) | Documento | | | | |
| Altaneira | 7.500 m ² | Pré dimensionamento (Plano de Coletas Seletivas) | 7° 0'19.76"S 39°42'34.82"W | Chapada dos Romeiros (estrada que liga o município a Farias Brito). | 3,8 | Figura 2 |
| Barbalha | - | - | 7°19'52.79"S 39°18'25.71"W | Rodovia CE-060, km 02 - Bela Vista, Barbalha - CE, 63180-000. | 3,5 | Figura 3 |
| Caririaçu | 10.000 m ² | Decreto Nº 015/2020 | 7° 3'3.80"S 39°17'0.40"W | Rodovia CE-060-Paraíso, Caririaçu - CE, 63220-000. | 1,5 | Figura 4 |
| Crato | - | - | 7°10'55.90"S 39°24'19.50"W | Situado a 700 m de distância da Rodovia CE-386, acessado pela Estrada Baixa Dantas e distante a cerca de 330 m. | 8,4 | Figura 5 |
| Farias Brito | 7.500 m ² | Decreto Nº 370/2019 | 6°56'46.08"S 39°33'23.09"W | Sítio Volta situado à margem esquerda da CE – 386 no sentido Crato – CE, próximo à Avenida Vinicius Castro de Pinto e ao cemitério público. | 3,1 | Figura 6 |
| Jardim | 10.000 m ² | Decreto Nº 1707023/2019 | 7°36'31.53"S 39°15'0.02"W | Situado no Sítio Cotovelo, nas imediações da Rodovia CE-390 - Jardim - CE, 63290-000. | 5,1 | Figura 7 |
| Missão Velha | - | - | 7°14'51.29"S 39° 9'11.06"W | R. Antônia Parente - José Pimenta, Missão Velha - CE, 63200-000. | 1,1 | Figura 8 |
| Nova Olinda | 7.500 m ² | Decreto Nº 055/2019 | 7° 5'19.59"S 39°40'14.42"W | Situado no Sítio Tabuleiro dos Patos, s/nº. | 1,9 | Figura 9 |

| Município | Área de afetação para a CMR | | Coordenada Geográfica da CMR* | Localização ** | Distância da sede (km) | Mapa com localização da CMR |
|-------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------------|---|------------------------|-----------------------------|
| | Área (m ²) | Documento | | | | |
| Santana do Cariri | 10.000 m ² | Decreto Nº 2806001/2019 | 7° 9'49.00"S 39°45'37.00"W | Sítio Canta Galo - Santana do Cariri - CE, 63190-000. | 4 | Figura 10 |

Fonte: Elaboração própria (2022).

* Informação disponibilizada pelo município (2019/2020).

** Adaptado dos Decretos municipais, Google Maps e informações disponibilizadas pelos municípios (2019/2020).

Conforme indicado no quadro acima, na sequência serão apresentados os mapas com a localização da Central Municipal de Resíduos em cada município, as respectivas sedes municipais e áreas urbanas, assim como as principais rodovias e hidrografia do entorno.

O perímetro das CMRs dos municípios de Caririaçu, Farias Brito e Jardim também é indicado nos mapas visto que as metragens e as demarcações foram disponibilizadas nos decretos municipais de afetação do terreno. Para os demais municípios as informações não foram disponibilizadas e por este motivo não constam no presente estudo.

Figura 2 — Mapa da localização da CMR de Altaneira.

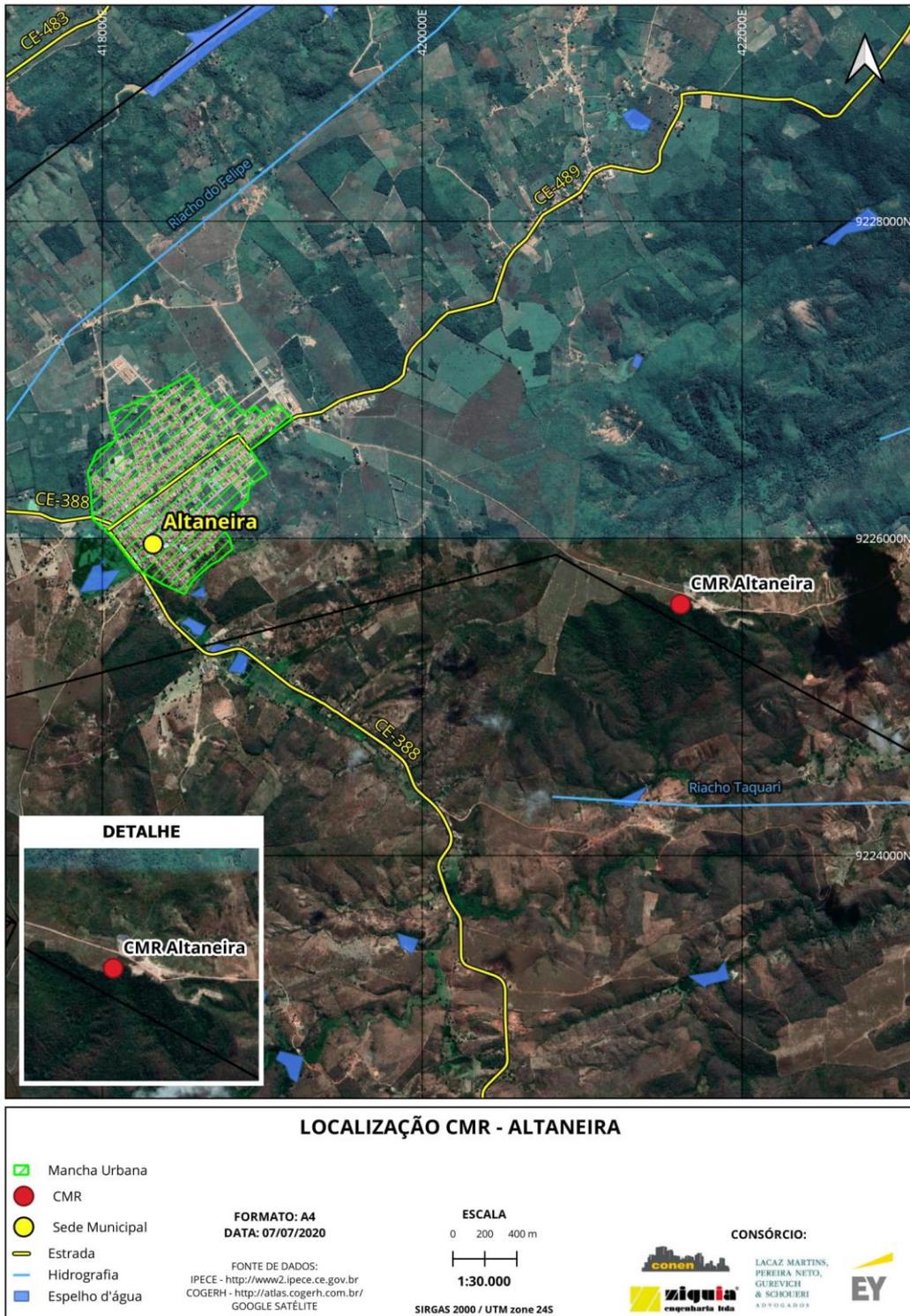


Figura 3 — Mapa da localização da CMR de Barbalha.

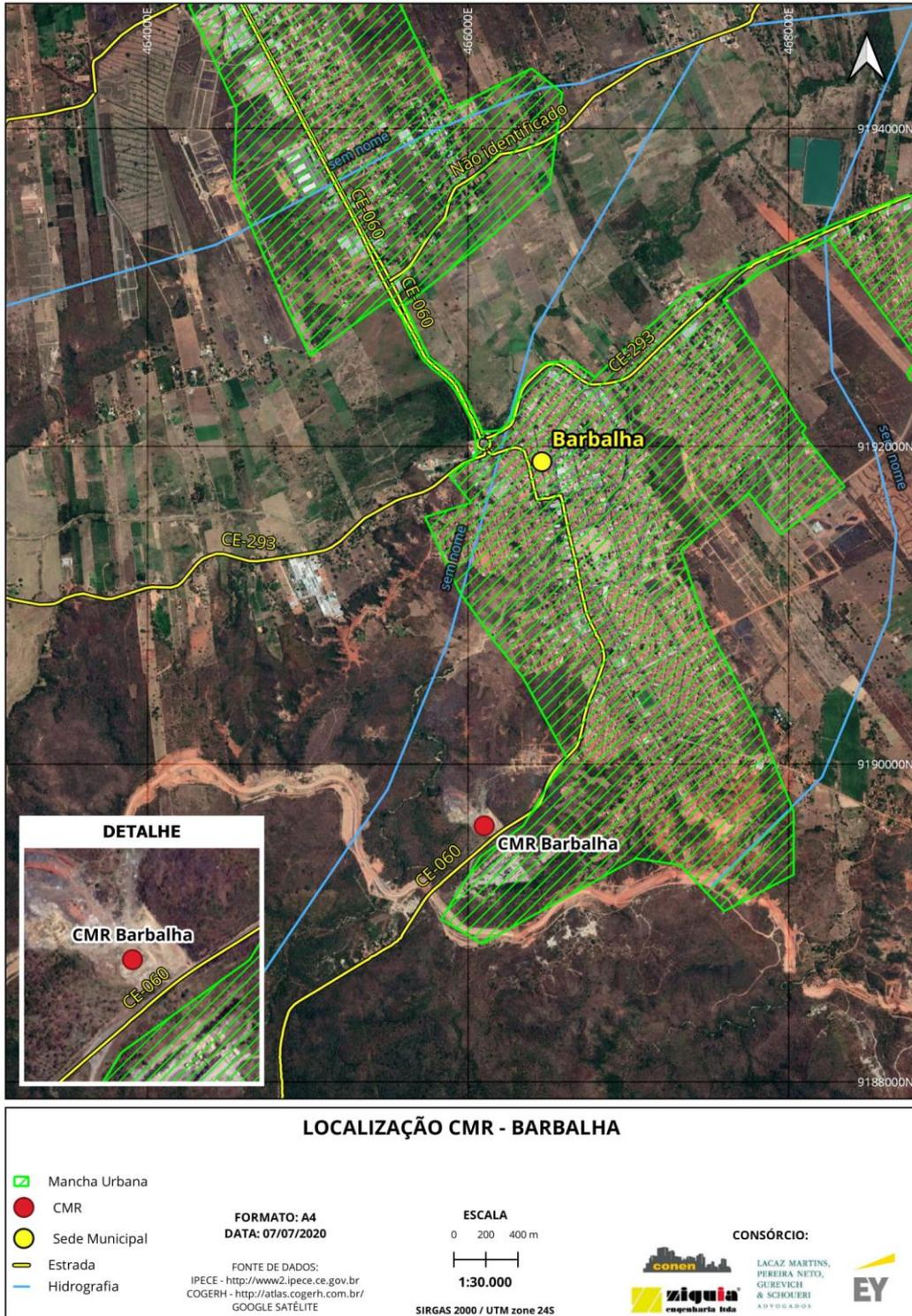


Figura 4 — Mapa da localização da CMR de Caririáçu.



Figura 5 — Mapa da localização da CMR de Crato.

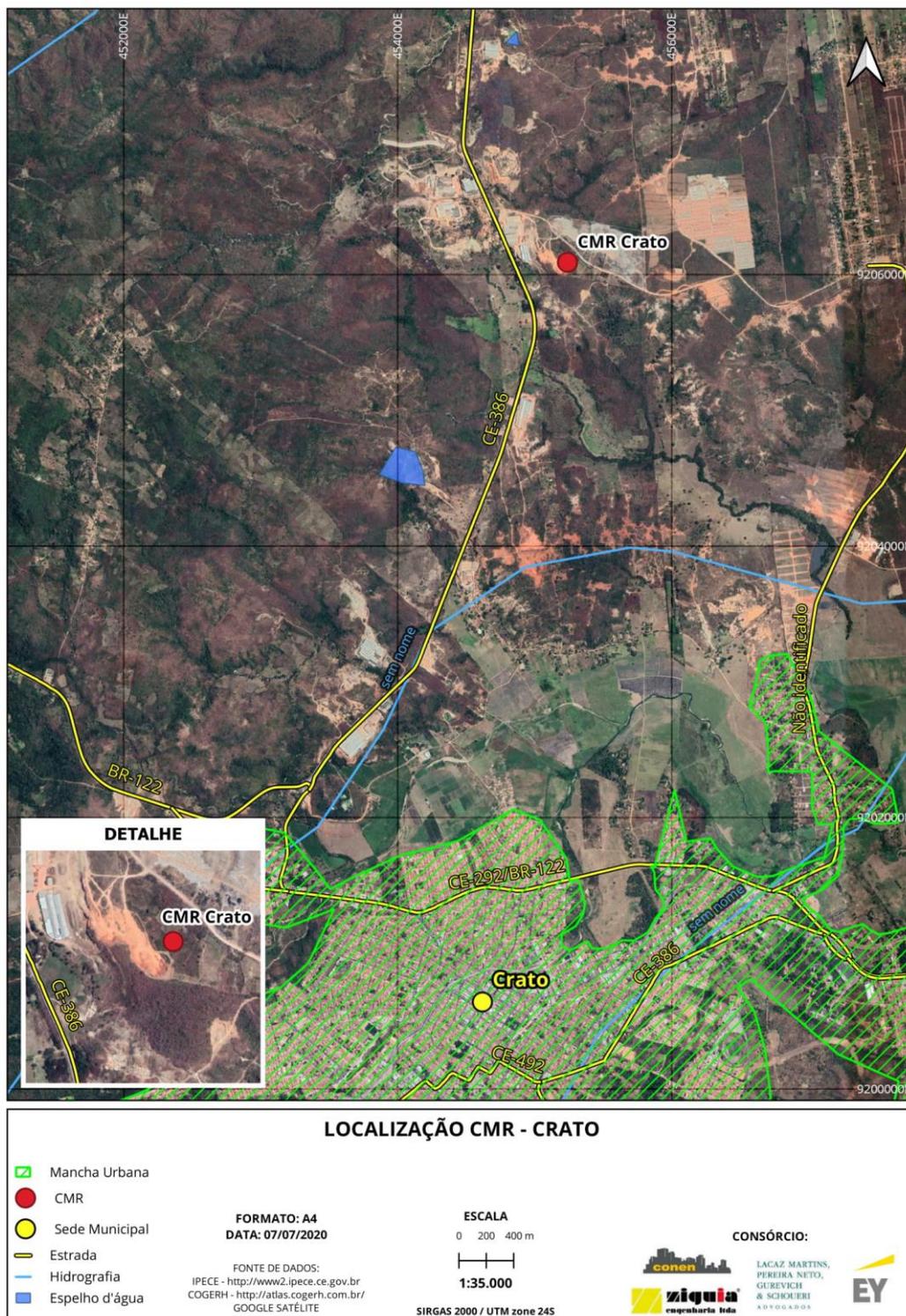


Figura 6 — Mapa da localização da CMR de Farias Brito.

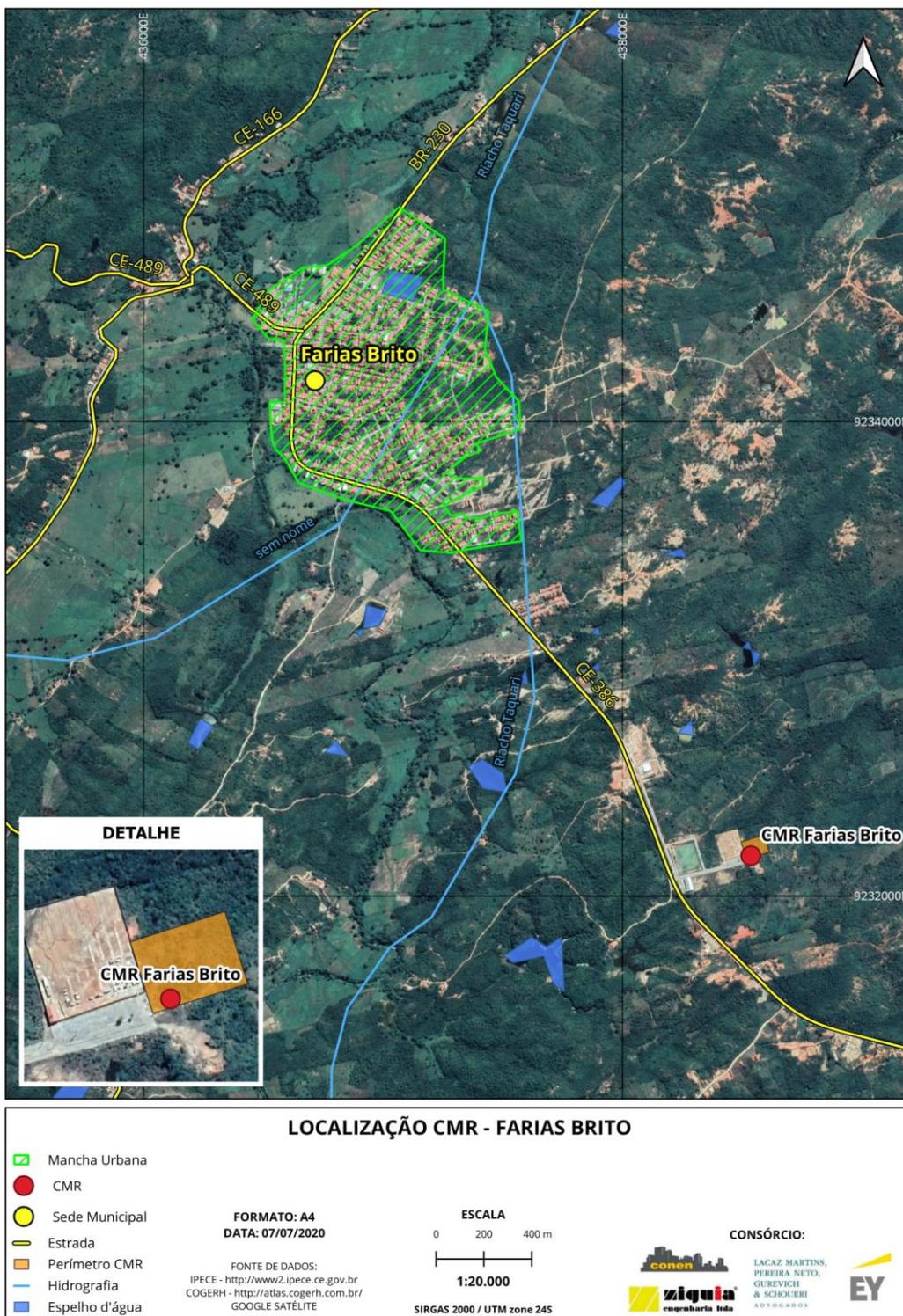


Figura 7 — Mapa da localização da CMR de Jardim.

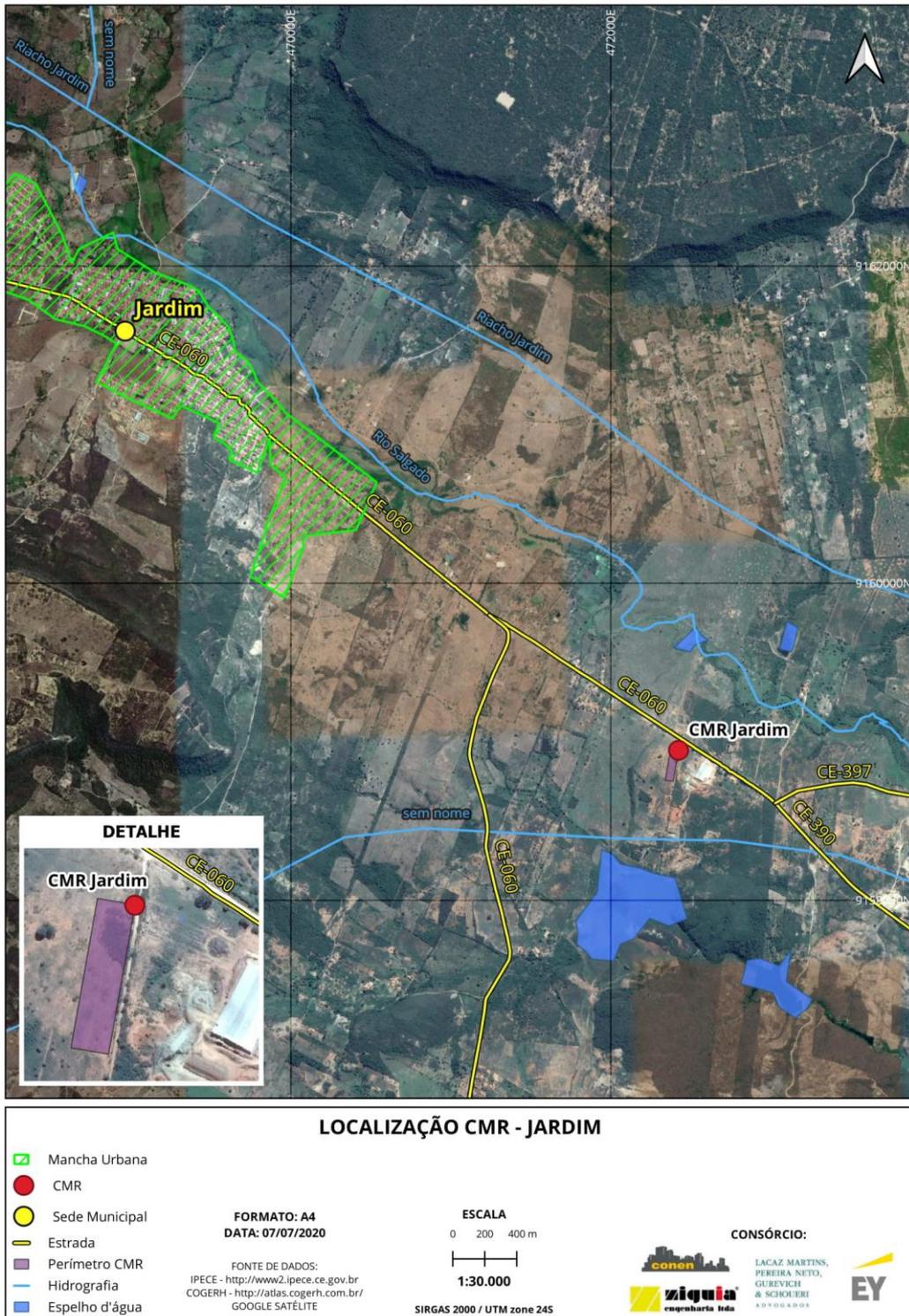


Figura 8 — Mapa da localização da CMR de Missão Velha.

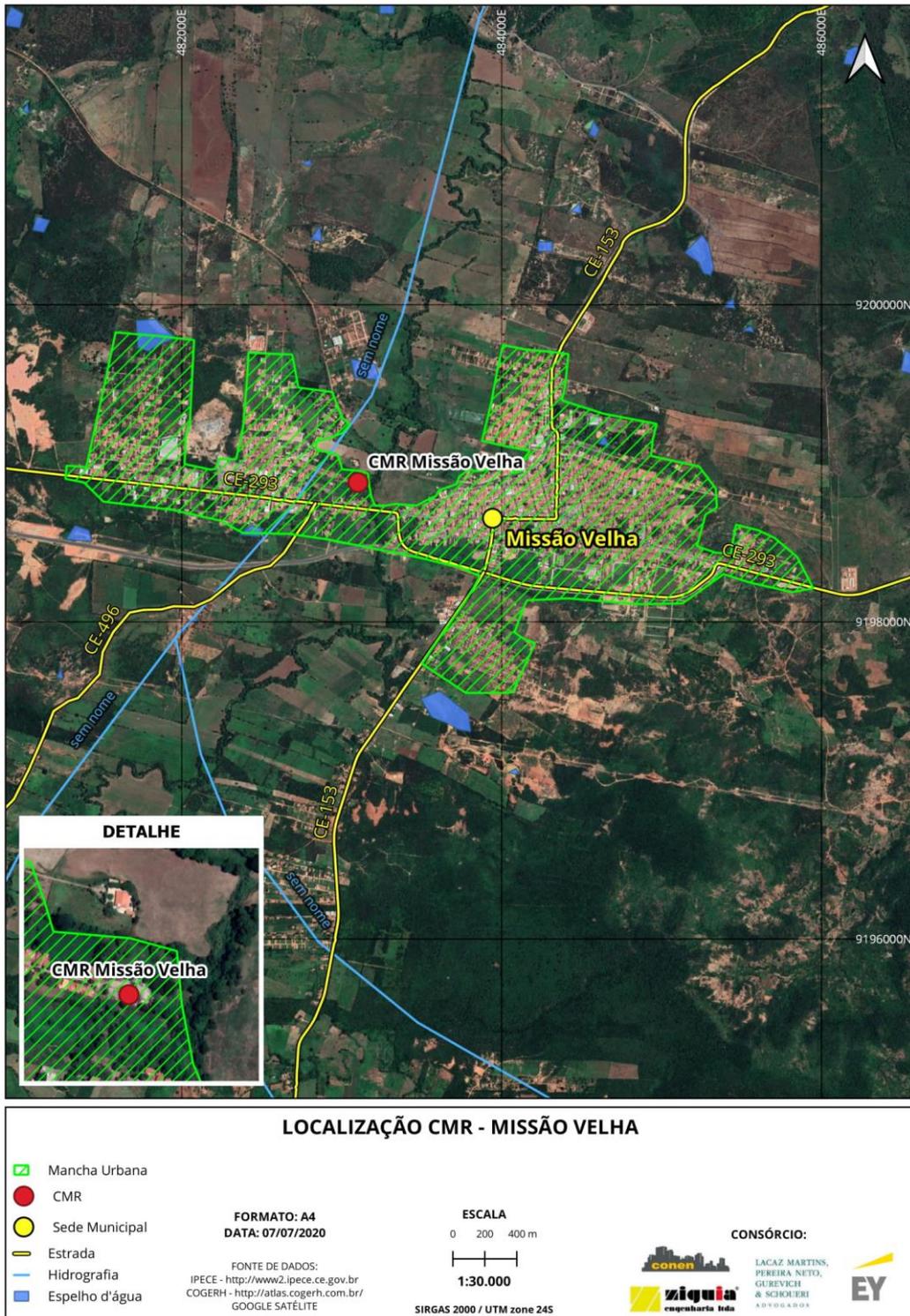


Figura 9 — Mapa da localização da CMR de Nova Olinda.

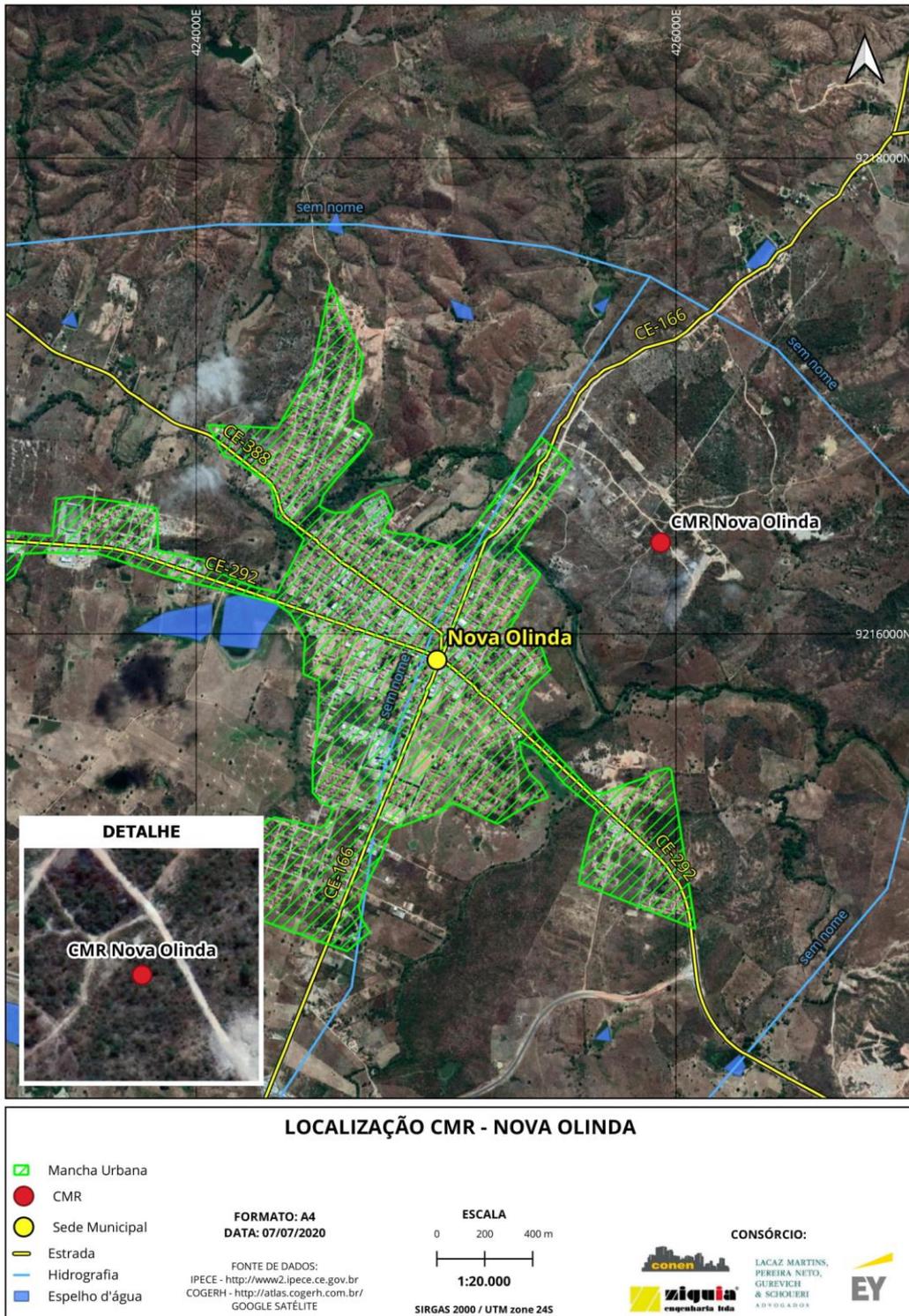
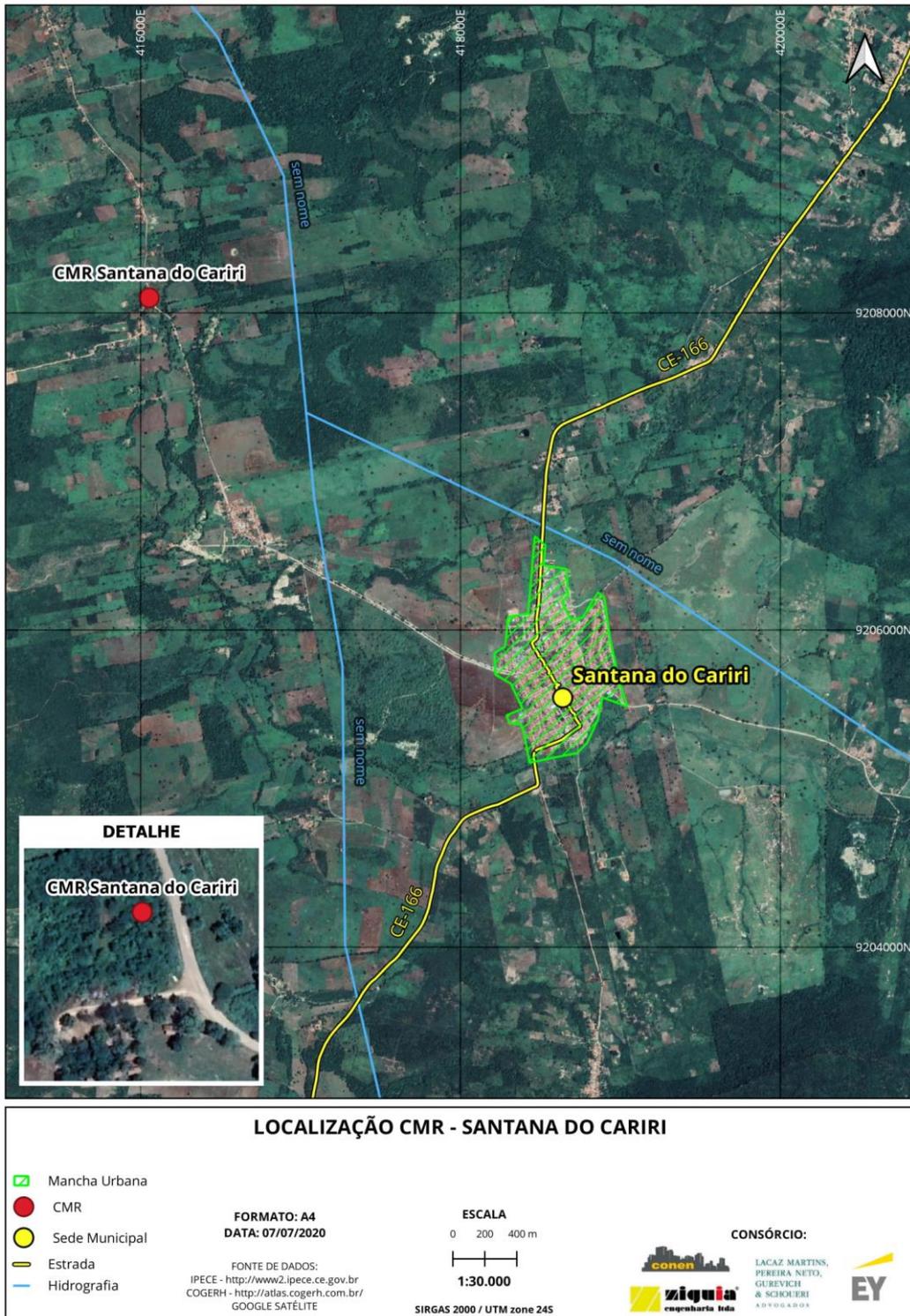


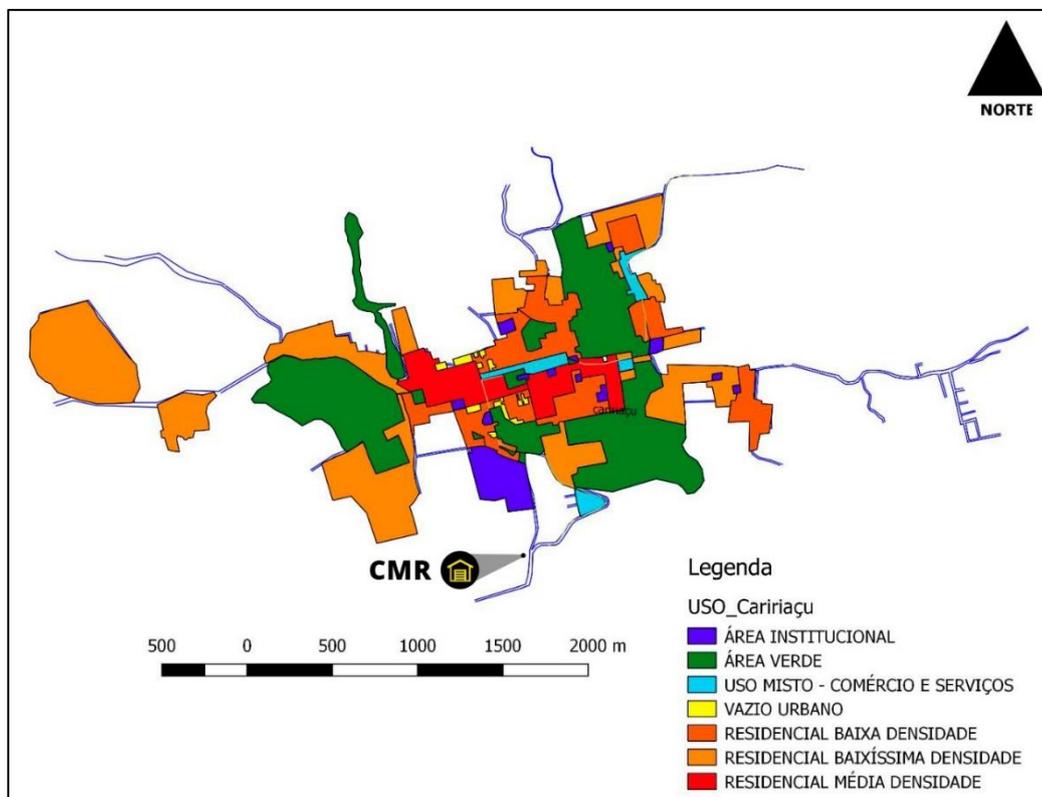
Figura 10 — Mapa da localização da CMR de Santana do Cariri.



Ao considerar a caracterização do uso e ocupação do solo da Região Metropolitana do Cariri disponibilizada no Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI) é possível observar que na maioria dos municípios considerados na modelagem, as CMRs serão instaladas em áreas rurais, porém em Caririáçu e Missão Velha serão na mancha urbana.

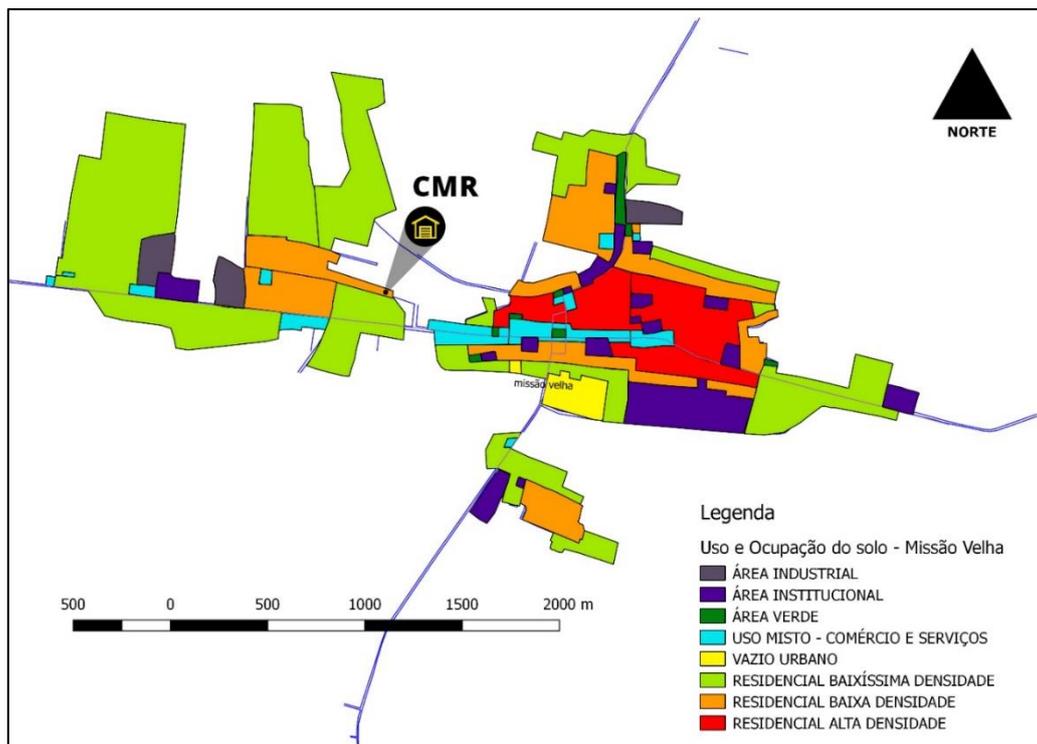
A CMR em Caririáçu está próxima à zona definida como área institucional e fora das zonas residenciais, enquanto em Missão Velha está na área definida como residencial de baixa densidade, conforme apresentado na Figura 11 e na Figura 12.

Figura 11 — Uso e ocupação do solo da sede urbana de Caririáçu.



Fonte: Adaptado de Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (2018).

Figura 12 — Uso e ocupação do solo da sede urbana de Missão Velha.



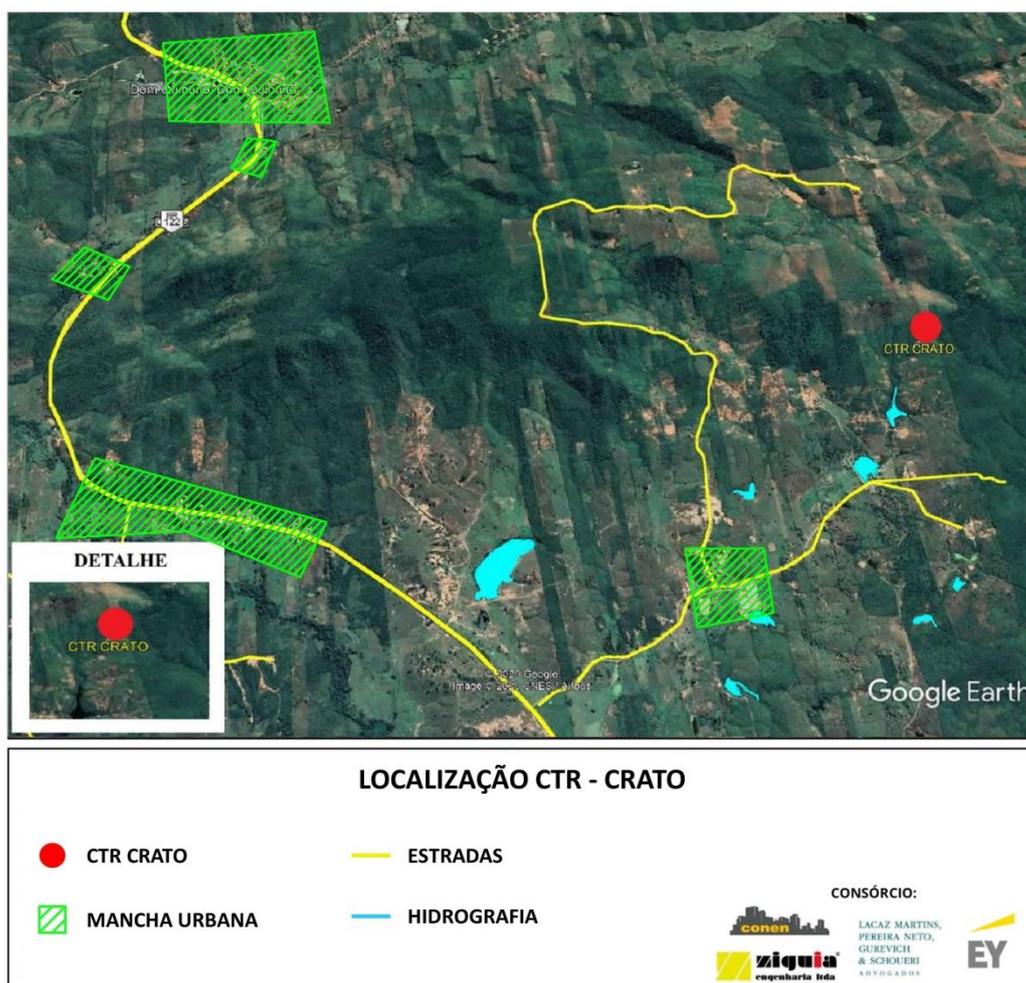
Fonte: Adaptado de Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (2018).

5.2. Central de Tratamento Regional de Resíduos (CTR)

Para fins de elaboração do orçamento de referência foi indicado no presente estudo que a Central de Tratamento Regional de Resíduos (CTR), a ser implantada no conjunto de municípios considerados no projeto de concessão, deve conter um aterro sanitário, uma Unidade de Tratamento Mecânico de RSU e uma Unidade de Tratamento de RSU, cuja área total estimada do empreendimento é de aproximadamente 207.000 m², incluindo as estruturas de apoio necessárias, como administrativa, oficina, almoxarifado, refeitório e vestiário.

A localização considerada para a instalação da CTR foi o Distrito de Ponta da Serra, no município de Crato, sob a coordenada geográfica 7° 3'46.63"S e 39°25'50.93"W (Figura 13). A área está situada na zona rural de Crato, distando 23,1 km da sede municipal, cuja maior parte do caminho é realizada através da CE-386, sendo necessário percorrer uma estrada vicinal à direita da CE-386 por cerca de 3,1 km.

Figura 13 — Localização da CTR.



A área indicada para a instalação da CTR dista aproximadamente 5,7 km do núcleo central do distrito de Ponta da Serra e 4,7 km do núcleo central do distrito de Dom Quintino, porém existem residências isoladas a cerca de 800 m da área. O aeroporto mais próximo, localizado em Juazeiro do Norte, está a mais de 20 km da área, ficando fora da Área de Segurança Aeroportuária, definida como a área circular do território de um ou mais municípios, a partir do centro geométrico da maior pista do aeródromo ou do aeródromo militar, com 20 km de raio.

O entorno da localização indicada para a instalação da CTR apresenta topografia irregular, estando a área em uma altitude de 499 m. A textura do solo é predominantemente areno-argilosa e a formação geológica é cristalina (CEARÁ, 2012). O corpo d'água mais próximo

está a aproximadamente 300 m e a vegetação do entorno pode ser caracterizada como Floresta Caducifólia Espinhosa, com representantes, predominantemente, de porte arbustivo-arbóreo, com a presença de fragmento vegetal secundário em estágio intermediário de regeneração (CEARÁ, 2012). A Unidade de Conservação mais próxima é a APA Chapada do Araripe distando 6,9 km.

No dimensionamento da área da CTR foi considerada a manutenção de 20% do imóvel como Reserva Legal, conforme estabelece o artigo 12, inciso II, da Lei Federal 12.651/2012.

A distância entre a CTR e a sede dos municípios e as principais estradas utilizadas para acesso ao local, estão descritas na Tabela 6.

Tabela 6 — Distância de transporte da sede dos municípios à CTR.

| Município | Coordenada geográfica sede* | Distância até a CTR (km) | Acesso |
|-------------------|-----------------------------|--------------------------|--|
| ALTANEIRA | 6°59'58.0"S 39°44'22.2"W | 72,8 | CE-388, CE-292/CE-494, CE-386 |
| BARBALHA | 7°18'50.7"S 39°17'17.4"W | 45,1 | CE-060, CE-292, CE386 (Via Crato) |
| CARIRIAÇU | 7°02'48.3"S 39°17'06.6"W | 22,9 | Estrada para Miragem, com trechos asfaltados |
| CRATO | 7°13'50.3"S 39°24'46.4"W | 23,1 | CE-386 |
| FARIAS BRITO | 6°55'38.0"S 39°34'22.9"W | 29,3 | CE-386 |
| JARDIM | 7°34'51.8"S 39°17'00.6"W | 80,4 | CE-060, CE-292, CE-386 |
| MISSÃO VELHA | 7°14'59.2"S 39°08'53.2"W | 57,6 | CE-293, CE-292 e CE386 (Via Juazeiro do Norte e Crato) |
| NOVA OLINDA | 7°05'31.5"S 39°40'51.6"W | 58,4 | CE-292/CE-494, CE-292, CE-386 |
| SANTANA DO CARIRI | 7°11'08.7"S 39°44'12.6"W | 69,4 | CE-166, CE-292/CE-494 e CE-386 |

Fonte: GOOGLE MAPS (2022). * A sede dos municípios está sendo considerada a localização da Prefeitura.

5.3. Estações de Transferência de Resíduos (ETR)

Ao adotar a premissa de que as distâncias entre o centro de massa da coleta e a Central de Tratamento Regional de Resíduos (CTR) não poderiam ser superiores a 25 km foi constatada a necessidade de inclusão no escopo da concessão de Estações de Transferência para viabilizar a logística de transporte de resíduos até a destinação final

ambientalmente adequada dos municípios de Altaneira, Barbalha, Farias Brito, Jardim, Missão Velha, Nova Olinda e Santana do Cariri.

No presente estudo é indicada a implantação de 4 (quatro) Estações de Transferência de Resíduos (ETR) e para fins de elaboração do orçamento de referência foi considerada a instalação dessas infraestruturas nos municípios de Barbalha, Farias Brito, Jardim e Nova Olinda.

O critério utilizado para a identificação da localização das ETRs, que serão utilizadas exclusivamente por um único município, foi que o empreendimento fosse alocado ao lado da futura CMR para facilitar a gestão do manejo dos resíduos, por parte dos municípios, e para viabilizar a utilização de um mesmo acesso, balança e entrada, tanto pela CMRs quanto pela ETRs, otimizando os gastos da administração pública. A distribuição das balanças rodoviárias para a pesagem dos resíduos entre as unidades implantadas pela concessionária está apresentada no Quadro 14.

Já para as ETRs que serão compartilhadas também foi considerada a facilidade de acesso ao empreendimento por todos os municípios que utilizarão essa infraestrutura.

A área indicada para implantação da ETR no município de Nova Olinda está situada nas coordenadas geográficas 7° 6'48.40"S e 39°39'27.42"W, dista aproximadamente 4 km da sede do município e está próxima à rodovia estadual CE-292/CE 494. A localização da ETR está na zona rural de Nova Olinda.

No município de Barbalha indica-se a localização da estação nas coordenadas geográficas 7°18'07.5"S e 39°15'49.8"W, na zona rural de Barbalha. A ETR fica nas proximidades da rodovia estadual CE-293, situada a cerca de 6 km da sede de Barbalha.

Quadro 14 — Distribuição das balanças rodoviárias no COMARES – UC de acordo com a rota referencial.

| Município | Balanças rodoviárias | Pesagem dos resíduos |
|-----------|----------------------|----------------------|
| Altaneira | 1 na CMR | CMR; ETR Nova Olinda |
| Barbalha | 1 na CMR; 1 na ETR | CMR; ETR Barbalha |
| Caririaçu | 1 na CMR | CMR; CTR |

| Município | Balanças rodoviárias | Pesagem dos resíduos |
|-------------------|------------------------------------|----------------------|
| Crato | 1 na CMR; 2 na CTR | CMR; CTR |
| Farias Brito | 1 na ETR (compartilhada com a CMR) | ETR Farias Brito |
| Jardim | 1 na ETR (compartilhada com a CMR) | ETR Jardim |
| Missão Velha | 1 na CMR | CMR; ETR Barbalha |
| Nova Olinda | 1 na CMR; 1 na ETR | CMR; ETR Nova Olinda |
| Santana do Cariri | 1 na CMR | CMR; ETR Nova Olinda |

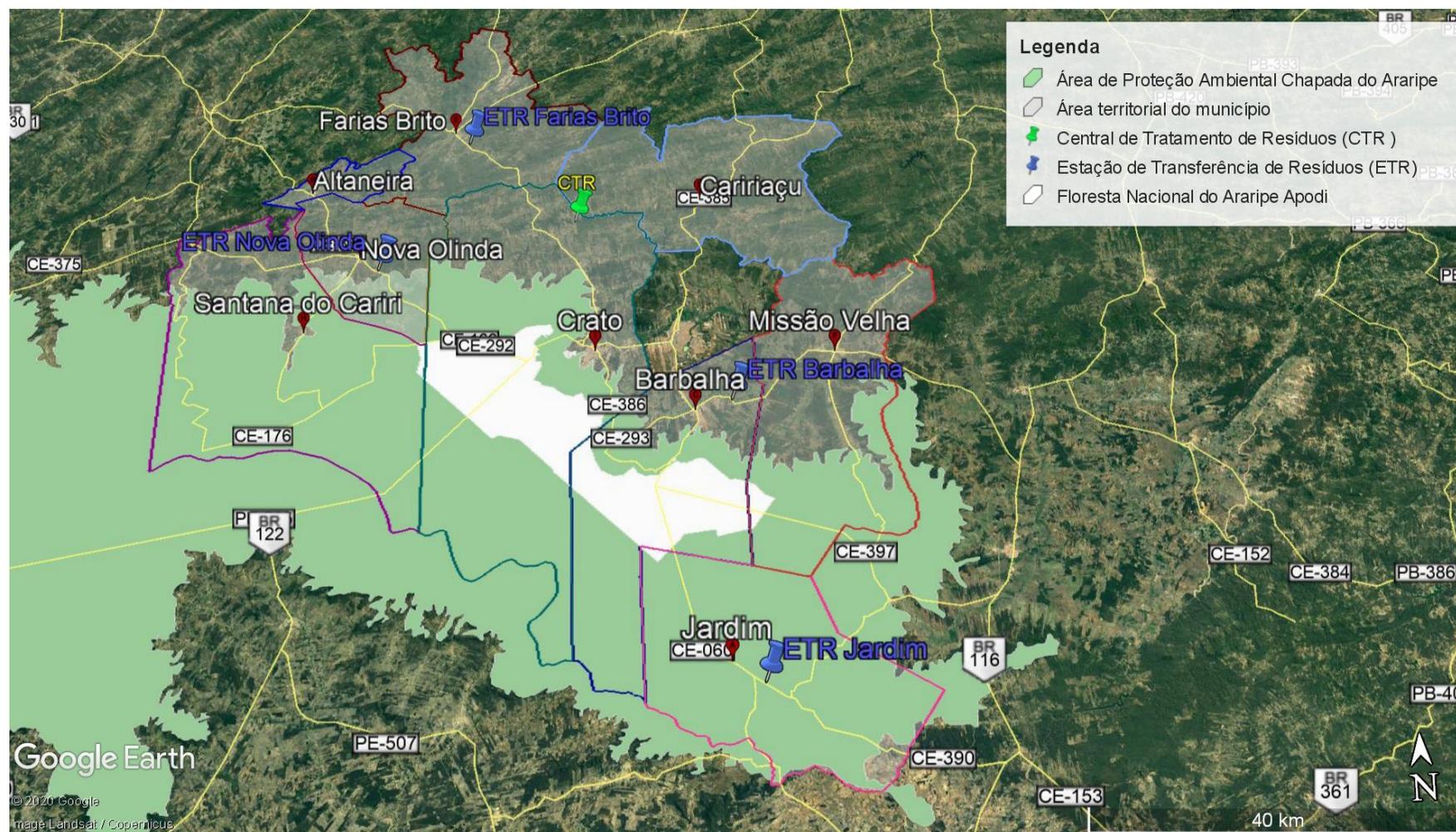
Fonte: Elaboração própria (2022).

Para o município de Farias Brito a ETR proposta está situada nas coordenadas geográficas 6°56'47.70"S e 39°33'22.61"W, ao lado da área da CMR, com distância aproximada de 3 km da sede de Farias Brito. A localização está na zona rural de Farias Brito e nas proximidades da rodovia estadual CE-386, sendo a principal via de acesso pavimentada ao município.

No município de Jardim, a localização proposta da ETR está na imediação da Rodovia CE-390, nas coordenadas geográficas 7°36'30.79"S e 39°14'59.96"W, ao lado da CMR. A ETR está na zona rural do município e sua distância até a sede de Jardim é de 5 km.

A localização das referidas Estações de Transferência de Resíduos é ilustrada na Figura 14 e a compilação das informações sobre a quantidade de RSU recebida nas estações e as distâncias percorridas entre as CMRs e ETRs e destas até a CTR são apresentadas na Tabela 7.

Figura 14 — Mapa da localização das unidades propostas.



Fonte: Adaptado de GOOGLE EARTH (2022)

Tabela 7 — Informações sobre as ETRs.

| ETR | Município | RSU recebido na ETR – Ano 5 (t/ano) | Distância entre sede e ETR (km) | Distância entre sede e CTR (km) | Distância entre CMR e ETR (km) | Distância entre ETR e CTR (km) |
|-------------------------|-------------------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| ETR NOVA OLINDA | Altaneira | 2.122 | 18,2 | - | 21,7 | 54,7 |
| | Nova Olinda | 4.289 | 3,9 | - | 5,1 | |
| | Santana do Cariri | 4.401 | 14,8 | - | 18,2 | |
| ETR BARBALHA | Barbalha | 16.709 | 5,8 | - | 8,5 | 47,9 |
| | Missão Velha | 8.997 | 15,8 | - | 16,2 | |
| ETR FARIAS BRITO | Farias Brito | 4.555 | 3,2 | - | 0,098 | 26,2 |
| ETR JARDIM | Jardim | 6.716 | 5 | - | 0,023 | 84,9 |
| Envio direto para a CTR | Caririaçu | 6.735 | - | 22,9 | - | - |
| | Crato | 35.976 | - | 23,1 | - | - |

Fonte: Elaboração própria (2022).

6. Especificações técnicas, diretrizes construtivas, dimensionamento das instalações, mobiliário e equipamentos a serem empregados nos serviços a serem prestados

6.1. Implantação, Operação e Manutenção de Central de Tratamento Regional de Resíduos

Para o manejo adequado dos resíduos sólidos urbanos deverá ser implantada, operada e mantida pela concessionária uma Central de Tratamento de Regional de Resíduos (CTR) em um dos municípios considerados nos estudos. Para fins de elaboração do orçamento de referência foi considerada a implantação a CTR no município de Crato, conforme indicado no item 5.2.

A obtenção das autorizações e licenças necessárias à implantação e operação da CTR junto aos órgãos competentes, incluindo o licenciamento ambiental, para que a sua instalação e operação seja realizada em estrita conformidade com a legislação vigente será de responsabilidade da concessionária, cujos custos envolvidos foram considerados no orçamento de referência.

O local para a implantação da CTR deverá ser selecionado e adquirido pela concessionária, com uma área de aproximadamente de 207.000 m². Ressalta-se que além das unidades de tratamento a CTR também deverá contar com estruturas administrativas e operacionais, tais como portaria, escritório, sala de controle de balança, oficina e almoxarifado e instalações para atendimento do pessoal operacional, como refeitório, vestiários com chuveiros e sanitários, compatíveis com o número de empregados. A CTR também deverá contar com isolamento em cerca de arame farpado, com altura de, pelo menos, 2 (dois) metros, de forma a impedir a entrada de pessoas estranhas na unidade. Em todo o perímetro do empreendimento também deverá ser instalado cinturão verde (cerva viva), com largura de, pelo menos, 10 (dez) metros, constituída com vegetação nativa da região, com a função de isolar visualmente a área da CTR.

O sistema de pesagem na CTR deverá contar com dispositivos de registro e armazenamento das informações para emissão de relatórios que deverão ser disponibilizados ao COMARES – UC e a entidade reguladora, conforme a periodicidade prevista no contrato. Os relatórios deverão conter, no mínimo, as seguintes informações: registro dos veículos coletores, nome do condutor, placa do veículo, quantidade de resíduo e sua classificação, data e horário de chegada e saída para fins de controle e gerenciamento.

As infraestruturas indicadas para a destinação final ambiental ambientalmente adequada dos resíduos sólidos urbanos dentro da CTR são: 01 (uma) Unidade de Tratamento Mecânico de RSU, 01 (uma) Unidade de Tratamento de RSU e 01 (um) Aterro Sanitário, conforme descrito nos subitens a seguir.

6.1.1. Implantação, Operação e Manutenção de Unidade de Tratamento Mecânico de RSU

A tecnologia considerada para a Unidade de Tratamento Mecânico de RSU da CTR foi uma triagem automatizada. Essa unidade deverá receber os resíduos sólidos urbanos coletados nos municípios de Altaneira, Barbalha, Cariri, Crato, Farias Brito, Jardim, Missão Velha, Nova Olinda e Santana do Cariri, integrantes do COMARES – UC, e possuir uma capacidade de 25 toneladas/hora.

A Unidade de Tratamento Mecânico deverá promover a segregação dos resíduos sólidos em materiais recicláveis, resíduos orgânicos e rejeitos. O sistema de triagem dessa unidade deverá contemplar sistemas automáticos e de controle de qualidade, devendo segregar os materiais por tamanho, forma e composição.

Logo na entrada da CTR os caminhões ou carretas contendo os resíduos sólidos urbanos serão pesados e encaminhados para uma área de descarga dentro da unidade. Os resíduos então serão depositados no alimentador, um transportador de esteira que descarregará os materiais em outras esteiras transportadoras, responsáveis por deslocar os resíduos entre os diversos componentes dessa Unidade.

Primeiramente, os resíduos serão encaminhados para a plataforma de triagem primária, que consiste em uma pré-triagem manual, com o intuito de remover vidros, papelão e resíduos volumosos.

Em seguida, os materiais passam por um rasga-sacos para que o conteúdo embalado seja liberado e seguem para uma peneira rotativa, capaz de separar os materiais de acordo com seu tamanho. A peneira rotativa deve separar a fração de finos dos resíduos, composto principalmente de materiais orgânicos, mas pode conter diferentes malhas para separar diferentes frações. Na sequência, os resíduos passam pelo separador balístico, capaz de dividir os materiais em uma fração plana/leve (2D), como papéis, filme plástico e papelão, e uma fração rolante/pesada (3D), como garrafas, tetrapak, PET, latas e materiais rígidos em geral.

A fração 2D é encaminhada para um separador ótico, equipamento que faz a leitura do tipo de material com o uso de sensores infravermelho, separando o filme plástico dos demais materiais planos. Já a fração 3D é encaminhada para um separador magnético, que com o uso de um eletroímã é capaz de selecionar os metais ferrosos e, posteriormente, para um separador ótico (programáveis para realizar a separação desejada), onde o tipo do material é detectado por um espectrômetro e separado por jatos de ar comprimido. Adicionalmente há um separador indutivo, capaz de selecionar os metais não ferrosos presentes no material rolante.

A utilização de separadores óticos possibilita segregar um a um os materiais como PET, PE, PP, PS, PVC, EPS, ABS, tetrapak, assim como por tipo de material (papel, papelão, madeiras e metais), ainda o equipamento também permite separar materiais por cores como por exemplo PET cristal, verde, azul e vermelho. Esse nível de automatização possibilita agregar maior valor ao material segregado pelo seu nível de diferenciação.

Todo o material fracionado pelos separadores óticos e o rejeito resultante do separador indutivo devem ser encaminhados para uma plataforma de triagem manual e controle de qualidade secundária, encerrando o processo.

Estima-se que esse processo recupere até 12% dos resíduos sólidos recebidos. Os materiais recicláveis segregados deverão ser, preferencialmente, encaminhados para as cooperativas/associações de catadores indicadas pelo poder concedente. Os rejeitos do processo deverão ser encaminhados para disposição final no aterro sanitário.

Para fins de composição de custos foi considerada a operação da unidade em 02 (dois) turnos. A Unidade de Tratamento Mecânico deverá ser composta por um galpão fechado e pátio de recebimento, cuja área requerida é de 2.300 m². Na cabine de triagem primária haverá postos de trabalho dispostos nas laterais das esteiras para recuperação manual dos materiais volumosos passíveis de reciclagem, bem como na plataforma de triagem secundária.

A construção e operação da Unidade de Tratamento Mecânico deve seguir as Normas ABNT e demais diretrizes consideradas pertinentes, sendo que as normas aqui citadas não são exaustivas. Na construção e operação da unidade devem ser seguidos os requisitos de segurança de trabalho, conforme a Lei nº 6.514/77 e as Normas Regulamentadoras da Portaria nº 3.214/78 do Ministério do Trabalho. A fundação da obra deverá observar a NBR 6122:2019, as instalações elétricas a NBR 5410:2004 e a NBR 14039:2005 e as instalações hidráulicas a NBR 5626:1998, NBR 8160:1999 e a NBR 10844:1989. Além disso, devem ser observadas as recomendações para a instalação de sistemas de detecção de incêndio como a NBR 17240:2010 e a emissão do AVCB (Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros).

A seguir são apresentados os equipamentos (Quadro 15) e a mão de obra estimada para a operação da unidade que foram considerados no orçamento de referência.

Quadro 15 - Equipamentos da unidade de tratamento mecânico de RSU.

| Equipamento | Funções |
|--|--|
| • 02 (dois) alimentadores (um inicial e um para a prensa). | • Transportador de esteira com correntes para dosar o material de alimentação da planta. |
| • 01 (uma) plataforma de triagem primária. | • Retirada de volumosos, impróprios e vidro. |
| • 01 (um) rasga sacos. | • Abertura dos sacos plásticos utilizados no acondicionamento dos resíduos. |
| • 01 (uma) peneira rotativa. | • Separação da fração de finos dos resíduos, composto principalmente de materiais orgânicos. |

| Equipamento | Funções |
|--|--|
| • 01 (um) separador balístico. | • Realização a separação dos materiais, dividindo o fluxo em materiais finos, 3D/rolantes, 2D/flexíveis e finos. |
| • 01 (um) separador magnético. | • Seleção dos metais ferrosos. |
| • 01 (um) separador ótico 2D. | • Separação do filme plástico dos demais materiais planos. |
| • 01 (um) separador ótico 3D. | • Separação por tipo de material. |
| • 01 (um) separador indutivo. | • Seleção dos metais não ferrosos. |
| • 01 (uma) plataforma de triagem secundária. | • Controle de qualidade do material segregado. |
| • 01 (uma) prensa multimaterial horizontal. | • Enfardamento do material. |
| • 01 (uma) pá carregadeira. | • Carregar material. • Transportar a distâncias não maiores que 6m. |

Fonte: Elaboração própria (2022).

Mão-de-obra:

- 30 (trinta) agentes de limpeza;
- 02 (dois) fiscais de serviço;
- 02 (dois) encarregados.

6.1.2. Implantação, Operação e Manutenção de Unidade de Tratamento de RSU

A concessionária deverá implantar e operar dentro da CTR uma Unidade de Tratamento de RSU, até o fim do décimo quarto ano da concessão. Para fins de elaboração do orçamento de referência foi considerada uma unidade de compostagem aeróbia de processo natural para o recebimento da matéria orgânica segregada na Unidade de Tratamento Mecânico. Sua capacidade média de recebimento deverá ser de 37,8 toneladas/dia, cuja área requerida é de aproximadamente 18.300 m².

Caberá à concessionária obter as devidas autorizações e licenças do empreendimento junto aos órgãos competentes, incluindo o licenciamento ambiental, para que a sua instalação e operação seja realizada em estrita conformidade com a legislação vigente.

A compostagem aeróbia é um processo de degradação controlada da matéria orgânica com a presença de oxigênio, cujo produto é um composto que pode ser utilizado como

adubo natural em praças, parques e jardins. O processo de compostagem aeróbia é constituído por duas fases: a ativa e a maturação. A fase ativa dura em média 90 dias e é caracterizada pelo aumento da temperatura da massa orgânica, que pode variar entre 40°C e 60°C, devido à ação dos microrganismos, seguida da estabilização em temperatura ambiente (BRASIL, 2017).

Após a fase ativa ocorre a fase de maturação, que dura em média 30 dias. Durante essa fase, a massa mantém-se em temperatura ambiente, ocorrendo o processo de humificação e mineralização da matéria orgânica (BRASIL, 2017). O processo de aeração das leiras deve ser feito revolvendo o material periodicamente com uso de um equipamento como pá carregadeira ou revolvedora mecânica.

Da quantidade total de resíduos verdes destinados para a compostagem aeróbia estima-se que 65% sejam efetivamente convertidos em composto, 10% seja rejeito e cerca de 25% da massa seja perdida no processo de decomposição, gerando água e CO₂ (dióxido de carbono).

A construção e operação dessa unidade deverão seguir as Normas ABNT e demais diretrizes consideradas pertinentes, sendo que as normas aqui citadas não são exaustivas. Na construção e operação da unidade devem ser seguidos os requisitos de segurança de trabalho, conforme a Lei nº 6.514/77 e as Normas Regulamentadoras da Portaria nº 3.214/78 do Ministério do Trabalho.

Para fins de composição de custos foi considerada a operação da unidade em 01 (um) turno. A seguir são apresentados os equipamentos (Quadro 16) e a mão de obra estimada para a operação da unidade que foram considerados no orçamento de referência.

Quadro 16 - Equipamentos para operação da unidade de tratamento de RSU da CTR.

| Equipamento | Característica | Funções |
|---|---|--|
| • 01 (um) triturador de galhos. | <ul style="list-style-type: none"> • Potência: 49 hp. • Peso: 2.122,8 kg. • Caixa retangular de alimentação: 30,5 cm x 43,2 cm. • Velocidade: 2.220 rpm. • Lâminas/facas: duas com dupla face, aço tipo A8 | • Trituração dos resíduos para redução de seu volume e uniformização do tamanho do material. |
| • 01 (uma) pá carregadeira. | <ul style="list-style-type: none"> • Pá carregadeira sobre rodas. • Potência líquida 128 hp. • Peso: 11.632 kg. • capacidade da caçamba 1,7 a 2,8 m³. | • Revolvimento de leiras. |
| • 02 (dois) caminhões basculantes 10 m ³ . | <ul style="list-style-type: none"> • 1 eixo traseiro (toco), motor movido à óleo Diesel com no mínimo 4 cilindros. • Tração 4x2; • Potência mínima de 170 cv, • Caçamba metálica de 10m³. | • Transporte do composto gerado. |

Fonte: Elaboração própria (2022).

Mão de obra:

- 02 (dois) motoristas;
- 02 (dois) agentes de limpeza;
- 01 (um) encarregado;
- 01 (um) operador de máquina.

6.1.3. Implantação, Operação e Manutenção de Aterro Sanitário

O Aterro Sanitário deverá ser implantado pela concessionária para a disposição final dos rejeitos provenientes dos processos de tratamento adotados pelos municípios e dos processos de triagem e tratamento implantados dentro da CTR. O projeto deverá considerar uma capacidade de disposição de 2.189.380 toneladas de resíduos sólidos Classe IIA e a vida útil projetada para o Aterro Sanitário deverá ser de, pelo menos, 30 (trinta) anos.

O Aterro Sanitário é a técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos (classificado como Classe IIA pela ABNT NBR 10.004:2004) no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza

princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou intervalos menores, se necessário.

O Aterro Sanitário a ser instalado deverá contar com sistemas de cobertura; de drenagem superficial; de coleta e drenagem de líquidos percolados; de tratamento de líquidos percolados; de coleta e tratamentos dos gases; e de impermeabilização de base e laterais. A operação do aterro deverá obedecer a todas as normas técnicas e legislação vigentes, sendo que os resíduos deverão ser cobertos na conclusão de cada jornada de trabalho, ou intervalos menores, se necessário, visando evitar a atração de pássaros e vetores.

Os projetos básico e executivo do Aterro Sanitário devem conter:

- planta planialtimétrica do aterro em escala 1:5.000, com curvas de nível de metro em metro, mostrando a locação de acessos, platôs, edificações e pontos notáveis;
- resultados das investigações e ensaios geotécnicos;
- resultados das análises de qualidade dos corpos d'água do entorno, inclusive do lençol freático;
- projeto das vias de acesso e de serviço, englobando geometria, movimentação de terra, pavimentação e drenagem;
- projeto das edificações, incluindo o cálculo das fundações e das estruturas, arquitetura, paisagismo e instalações hidráulicas, elétricas, de comunicação, especiais e de segurança;
- projetos das redes externas de abastecimento d'água, esgoto, suprimento de energia elétrica e drenagem de águas pluviais;
- projeto geométrico e de terraplanagem do arranjo final do aterro sanitário, com a planta das etapas anuais do aterro e seções transversais;
- projeto de coleta e tratamento do chorume, envolvendo as camadas de impermeabilização inferior e superior (se houver), rede de drenagem de fundo, estação elevatória e estação de tratamento;
- projeto de drenagem superficial do aterro, abrangendo caimentos das plataformas, tanto para as fases intermediárias do aterro, como para a etapa final,

drenagem das bermas definitivas, rápidos de descidas de água e estruturas de descarga;

- plantas com delimitação dos lotes do aterro sanitário;
- plantas do sistema de captação e queima do biogás, com respectivos cortes e detalhes;
- plano de monitoramento ambiental, incluindo o projeto dos poços de monitoramento do lençol subterrâneo;
- manual de operação do aterro compreendendo suas atividades rotineiras de disposição de resíduos, inclusive a operação da estação de tratamento de chorume e os cuidados com a manutenção da rede de drenagem de águas pluviais;
- memorial de cálculo: dos estudos de estabilidade do aterro e demais construções, das estruturas das edificações, das redes hidráulicas de drenagem superficial e profunda, das instalações elétricas e hidráulicas, da rede de captação e queima do biogás, dimensionamento das máquinas, veículos e mão de obra a serem utilizados na operação e manutenção do aterro;
- especificações técnicas de todos os equipamentos, serviços e materiais a serem executados e aplicados na obra;
- especificação da balança de pesagem e o projeto de fundação e da base para instalação;
- cercamento do aterro com tela e barreira vegetal (cinturão verde);
- ART assinada pelo responsável técnico do projeto (TCMGO, 2016).

O biogás drenado no aterro deverá ser direcionado para estações de queima controlada (*flares*), obedecendo a cuidados e diretrizes de normas específicas, devendo a concessionária comprovar a captação de gases para queima, geração de energia elétrica e/ou produção de biometano de, pelo menos: (i) 25% (vinte e cinco por cento) dos gases gerados no aterro sanitário no 5º (quinto) ano de concessão; (ii) 30% (trinta por cento) do 6º (sexto) ao 10º (décimo) ano; (iii) 40% (quarenta por cento) do 11º (décimo primeiro) até o 15º (décimo quinto) ano; de (iv) 50% (cinquenta por cento) do 16º (décimo sexto)

ano até o 20º (vigésimo) ano e de (v) 55% (cinquenta e cinco por cento) do 21º (vigésimo primeiro) ano até o final da concessão, em atendimento a Nota Técnica Conjunta 1/2020.

Na composição de custo foi considerada a implantação de 02 (duas) balanças rodoviárias semiembutidas no aterro sanitário, já com a fundação necessária, porém o tipo de instalação da balança estará sujeita a alteração conforme características do local.

A área prevista para a instalação do Aterro Sanitário de resíduos sólidos Classe IIA é de 125.000 m². O projeto, implantação e operação do Aterro Sanitário deverão ser feitos em conformidade com a NBR 13.896:1997, incluindo: critérios para localização; isolamento e sinalização; acessos; iluminação e força; comunicação; análise de resíduos; treinamento, proteção das águas subterrâneas e superficiais, impermeabilização do aterro, drenagem e tratamento do líquido percolado; emissões gasosas; segurança do aterro; inspeção e manutenção; procedimentos para registro da operação; condições gerais de operação; e plano de encerramento e cuidados para fechamento do aterro. Também deverá ser atendida a NBR 8419:1992, que fixa condições mínimas exigíveis para apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos.

Para fins de composição de custos foi considerada a operação da unidade em 02 (dois) turnos. A seguir são apresentados os equipamentos (Quadro 17) e a mão de obra estimada para a operação do aterro sanitário que foram considerados no orçamento de referência.

Quadro 17 – Equipamentos para operação do aterro sanitário.

| Equipamento | Característica | Funções |
|---------------------------------------|--|---|
| • 01 (um) rolo compactador. | <ul style="list-style-type: none"> • Capacidade, mínima, da lâmina: 11m³. • Compactação, mínima, de 710Kg/m³. • Peso: 20 toneladas. | <ul style="list-style-type: none"> • Espalhamento e compactação de resíduos sólidos. |
| • 03 (três) tratores de esteira. | <ul style="list-style-type: none"> • Capacidade, mínima, da lâmina: 3,18 m³. • Potência 150 hp. • Peso: 20 toneladas. | <ul style="list-style-type: none"> • Espalhar e compactar os resíduos sólidos. • Obras de terraplanagens. • Cobertura com terra. |
| • 02 (duas) escavadeiras hidráulicas. | <ul style="list-style-type: none"> • Potência: 107 kW; • Peso: 20,5 toneladas; • Profundidade máxima: 6,7 m; • Capacidade da caçamba: 0,1-6m³ | <ul style="list-style-type: none"> • Escavar. • Carregar caminhões. • Apoio para acertos de terraplanagem. |

| Equipamento | Característica | Funções |
|---|--|--|
| • 01 (uma) pá carregadeira. | <ul style="list-style-type: none"> • Pá carregadeira sobre rodas. • Potência 197 hp. • Capacidade da caçamba 2,5 a 3,5 m³. • Peso: 18,3 toneladas. | <ul style="list-style-type: none"> • Escavar em terrenos brandos. • Carregar material nos caminhões. • Transportar a distâncias não maiores que 6m. • Construção dos sistemas de drenagem. |
| • 01 (uma) retroescavadeira. | <ul style="list-style-type: none"> • Potência: 70 kW; • Peso 11 toneladas. • Profundidade: 4,3 m. • Capacidade da pá: 0,7-1m³. | <ul style="list-style-type: none"> • Escavar e carregar caminhões. • Transportar a distâncias curtas. |
| • 03 (três) caminhões basculantes 14 m ³ . | <ul style="list-style-type: none"> • Caminhão basculante 14 m³, com cavalo mecânico de capacidade máxima de tração combinado de 36.000 kg, potência 286 cv, inclusive semi-reboque com caçamba metálica. | <ul style="list-style-type: none"> • Transporte de materiais como solo, brita graduada e rachão. |
| • 01 (um) caminhão pipa. | <ul style="list-style-type: none"> • Caminhão pipa 10.000 l trucado. • PBT 23 toneladas. • Carga útil máxima 15.935 kg. • Distância entre eixos 4,8 m. • Potência 230 cv. • Com tanque de aço. | <ul style="list-style-type: none"> • Umedecer periodicamente as vias de acesso em épocas de estiagem. |
| • 02 (duas) balanças rodoviárias. | <ul style="list-style-type: none"> • Dimensionamento de 18 X 3 m. • Carga de 80 toneladas. | <ul style="list-style-type: none"> • Pesagem de resíduos. |

Fonte: Elaboração própria (2022).

Mão-de-obra:

- 03 (três) motoristas;
- 03 (três) encarregados de turno;
- 03 (três) fiscais de balança;
- 10 (dez) serventes;
- 05 (cinco) pedreiros;
- 07 (sete) operadores de máquinas;
- 01 (um) engenheiro civil;
- 01 (um) engenheiro de segurança do trabalho;
- 01 (um) estagiário de engenharia;
- 01 (um) encarregado geral;
- 01 (um) eletricista;

- 01 (um) mecânico;
- 01 (um) auxiliar de controle operacional e de custos;
- 01 (um) apontador;
- 04 (quatro) vigias.

6.2. Implantação, Operação e Manutenção de Estações de Transferência de Resíduos

Deverá ser implantada pela concessionária Estações de Transferência de resíduos sólidos urbanos (ETRs) para viabilizar a logística de transporte e a realização da destinação final na Central de Tratamento Regional de Resíduos. No orçamento de referência foram consideradas a instalação de 04 (quatro) ETRs, até o final do primeiro ano da concessão, possibilitando a utilização do aterro privado já no segundo ano da concessão.

A área dimensionada para instalação de cada uma das estações foi de 8.250 m², ficando ao encargo da concessionária a seleção e a aquisição dos terrenos, bem como a obtenção do licenciamento ambiental, junto aos órgãos competentes, para que a sua instalação e operação seja realizada em estrita conformidade com a legislação ambiental vigente. A concessionária será responsável pela implantação dos acessos das ETRs à rodovia e/ou estradas municipais/estaduais, ficando a seu encargo a obtenção das autorizações e permissões necessárias junto aos órgãos responsáveis, na esfera municipal, estadual e/ou federal.

As ETRs deverão contar com isolamento em cerca de alambrado, com altura de, pelo menos, 2 (dois) metros, de forma a impedir a entrada de pessoas estranhas nas unidades. Em todo o período do empreendimento também deverá ser instalado cinturão verde (cerva viva), com largura de, pelo menos, 10 (dez) metros, constituída com vegetação nativa da região, com a função de isolar visualmente a área das ETRs.

Os serviços realizados dentro das Estações de Transferência deverão ser executados de segunda-feira a domingo, podendo ser limitado nos domingos, feriados civis e religiosos, mediante autorização prévia e expressa do COMARES – UC, não podendo ocorrer o acúmulo de resíduos por mais de 72 (setenta e duas) horas.

Para controlar odores deverá ser realizada diariamente a limpeza dos pátios de manobra dos veículos e das áreas de carga e descarga de resíduos. A vigilância das instalações de apoio, dos equipamentos e dos veículos será de responsabilidade da concessionária.

No dimensionamento das rampas de acesso e dos pátios de manobra deverão ser observados os raios de giro dos caminhões de coleta e das carretas. Os locais de descarga deverão ser bem iluminados e com fechamento que permita a redução de ruídos e odores.

Nessas unidades os resíduos sólidos urbanos serão transferidos, através de uma moega, dos caminhões coletores para veículos com capacidade de carga maior, para posterior transporte até a CTR ou outro local de destinação final ambientalmente adequado, devidamente licenciado.

Para efeito de composição de custos foi considerada a instalação das ETRs nos municípios de Barbalha, Farias Brito, Jardim e Nova Olinda. As capacidades de recebimento e os municípios atendidos pelas estações de transferência são apresentados no Quadro 18.

Quadro 18 – Municípios atendidos e capacidade média de recebimento das ETRs ao longo da concessão.

| Localização | Municípios atendimentos | Capacidade média de recebimento (t/dia) |
|--------------|--|---|
| Barbalha | Barbalha e Missão Velha | 95 |
| Farias Brito | Farias Brito | 13,7 |
| Jardim | Jardim | 21,8 |
| Nova Olinda | Altaneira, Nova Olinda e Santana do Cariri | 39,5 |

Fonte: Elaboração própria (2022).

Para o orçamento de referência foi considerado que as ETRs de Farias Brito e de Jardim serão construídas ao lado das CMRs de forma a viabilizar a utilização de uma mesma entrada e balança.

A distância média de transporte considerada, no orçamento de referência, das ETRs até a CTR foi de 118 Km, incluído o trajeto de ida e volta.

A seguir são apresentados os equipamentos (Quadro 19) e a mão de obra estimada para a operação das estações de transferência que foram considerados no orçamento de referência.

Quadro 19 – Equipamentos para operação das ETRs.

| Equipamento | Característica | Funções |
|--|--|---|
| • 05 (cinco) carretas de 60 m ³ . | • Caminhão com carreta de 60 m ³ , tração 8x2, potência 277 cv, 2P (diesel) e PBT de 29 toneladas. | • Transporte dos resíduos sólidos urbanos das ETRs até a CTR. |
| • 04 (quatro) pás carregadeiras. | • Pá carregadeira sobre rodas. • Potência líquida 128 hp. • Peso: 11.632 kg. • capacidade da caçamba 1,7 a 2,8 m ³ . | • Carregar material para as carretas. |
| • 04 (quatro) balanças rodoviárias. | • Dimensionamento de 18 X 3 m. • Carga de 80 toneladas. | • Pesagem de resíduos. |

Fonte: Elaboração própria (2022).

Mão de obra:

- 05 (cinco) encarregados;
- 05 (cinco) motoristas;
- 08 (oito) agentes de limpeza;
- 04 (quatro) fiscais;
- 04 (quatro) operadores de máquina.

6.3. Implantação de Galpões de Triagem Manual de Materiais Recicláveis

Para o manejo adequado dos resíduos urbanos deverão ser implantados pela concessionária 09 (nove) Galpões de Triagem Manual de Materiais Recicláveis que serão cedidos para os municípios de Altaneira, Barbalha, Caririaçu, Crato, Farias Brito, Jardim, Missão Velha, Nova Olinda e Santana do Cariri, integrantes do COMARES – UC, para que sejam disponibilizados para as cooperativas e associações existentes.

A implantação dos galpões pela concessionária deverá estar concluída em um prazo máximo de 24 (vinte e quatro) meses, contados a partir da data de início da prestação dos serviços.

O dimensionamento dos galpões dependerá de sua capacidade de triagem, cuja área estimada poderá variar de 300 m² a 1.200 m², conforme pode ser observado no Quadro 20.

Quadro 20 – Municípios atendidos e área dos galpões de triagem manual.

| Localização | Área (m ²) | Capacidade média (t/mês) |
|-------------------|------------------------|--------------------------|
| Altaneira | 300 | 11,1 |
| Barbalha | 600 | 84,1 |
| Caririaçu | 300 | 28,1 |
| Crato | 1.200 | 177,6 |
| Farias Brito | 300 | 16,8 |
| Jardim | 300 | 27,4 |
| Missão Velha | 300 | 38,8 |
| Nova Olinda | 300 | 21,7 |
| Santana do Cariri | 300 | 18,2 |

Fonte: Elaboração própria (2022).

A construção e operação dos galpões de triagem deverão seguir as Normas ABNT e demais diretrizes consideradas pertinentes, sendo que as normas aqui citadas não são exaustivas. Na construção e operação dos galpões devem ser seguidos os requisitos de segurança de trabalho, conforme a Lei nº 6.514/77 e as Normas Regulamentadoras da Portaria nº 3.214/78 do Ministério do Trabalho. A fundação da obra deverá observar a NBR 6122:2019, as instalações elétricas a NBR 5410:2004 e a NBR 14039:2005 e as instalações hidráulicas a NBR 5626:1998, NBR 8160:1999 e a NBR 10844:1989. Além disso, devem ser observadas as recomendações para a instalação de sistemas de detecção de incêndio como a NBR 17240:2010 e a emissão do AVCB (Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros).

Ficará ao encargo dos municípios a disponibilização das áreas para instalação dos galpões e a realização da coleta dos rejeitos originados no processo de triagem para seu encaminhamento até as ETRs ou CTR.

A seguir são apresentados os equipamentos (Quadro 21) que deverão ser disponibilizados pela concessionária para os galpões de triagem.

Quadro 21 – Equipamentos dos galpões de triagem das CMRs.

| Equipamento | Característica | Funções |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • 60 (sessenta) big bags. | <ul style="list-style-type: none"> • Big Bag fabricado com ráfia de alta resistência, tecido 100% polipropileno virgem cor branco ativado contra ações de raios ultra violeta. • Capacidade de carga 500 kg. • Dimensões 750mmX750mmX900mm | <ul style="list-style-type: none"> • Armazenamento de resíduos recicláveis |
| <ul style="list-style-type: none"> • 60 (sessenta) carros de movimentação. | <ul style="list-style-type: none"> • Carro de movimentação empilhável, com capacidade de carga de 500kg construído com tubos de aço carbono e chapas de aço cortadas e dobradas. • Possui quatro rodas giratórias industriais em nylon e rolamento com lubrificação. • Peso do produto 32 kg. | <ul style="list-style-type: none"> • Transporte de resíduos recicláveis com Big Bag's |
| <ul style="list-style-type: none"> • 07 (sete) prensas enfardadeiras de 08 (oito) toneladas. | <ul style="list-style-type: none"> • Capacidade nominal hidráulica de 08 toneladas. • Capacidade de produção de até 400 kg/hora. • Motor elétrico trifásico de 03 cv, 60 Hz, 220/380 volts. | <ul style="list-style-type: none"> • Reciclagem de resíduos tais como: plástico, papel, papelão, pet e similares. |
| <ul style="list-style-type: none"> • 03 (três) prensas enfardadeiras de 12 (doze) toneladas. | <ul style="list-style-type: none"> • Capacidade nominal hidráulica de 12 toneladas. • Capacidade de produção de até 650 kg/hora. • Motor elétrico trifásico de 05 cv, 60 Hz, 220/380/440 volts. | <ul style="list-style-type: none"> • Reciclagem de resíduos tais como: plástico, papel, papelão, pet e similares. |
| <ul style="list-style-type: none"> • 02 (duas) esteiras de triagem de 18 metros. | <ul style="list-style-type: none"> • Equipamento desenvolvido com estrutura em chapa aço carbono, equipado com motoredutor elétrico de 1KW. • Dimensões: 1010 mm altura X 1380 mm largura X 18000 mm comprimento. | <ul style="list-style-type: none"> • Esteira de para segregação dos materiais recicláveis. |
| <ul style="list-style-type: none"> • 07 (sete) esteiras de triagem de 10 metros. | <ul style="list-style-type: none"> • Estrutura com roletes de carga reforçados em tubos de aço com buchas e rolamentos blindados. Motoredutor Cestari/WEG. • Dimensões: 1000 mm altura X 1000 mm largura X 10000 mm comprimento. | <ul style="list-style-type: none"> • Esteira de para segregação dos materiais recicláveis. |
| <ul style="list-style-type: none"> • 10 (dez) carrinhos de movimentação de fardos. | <ul style="list-style-type: none"> • Carrinho reforçado com estrutura metálica e tubos e chapas ¼" cortadas a laser. • Capacidade de suportar até 500 kg. • Duas rodas fixas e uma giratória com rolamento lubrificação no eixo. | <ul style="list-style-type: none"> • Movimentação de fardos. |

| Equipamento | Característica | Funções |
|---|---|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Altura e largura da área de apoio do fardo de 1625mmx700 mm. • Dimensões máximas externas do carrinho 1625 mm X 815 mm. | |
| <ul style="list-style-type: none"> • 09 (nove) balanças eletrônicas de 1.000 kg. | <ul style="list-style-type: none"> • Balança eletrônica modelo com capacidade até 1000 Kg e divisão de gramas 500 gramas. • Plataforma de 1200mm x 1200mm confeccionada com chapas em aço 1020 totalmente reforçada tipo de chão sem coluna. • Saída RS-232 para impressora e computador | <ul style="list-style-type: none"> • Pesagem dos materiais recicláveis. |
| <ul style="list-style-type: none"> • 02 (duas) empilhadeiras Manuais de Tambor. | <ul style="list-style-type: none"> • Capacidade de carga 500 kg. • elevação máxima 1990 mm. • comprimento total de 1350 mm e largura de 920 mm. • tração manual. • elevação hidráulica manual. • rodas direcionais 200 mm e rodas de carga 80 mm diâmetro. • Peso do equipamento 154 kg. | <ul style="list-style-type: none"> • Empilhadeira de tambor. |

Fonte: Elaboração própria (2022).

6.4. Implantação, Operação e Manutenção de Unidades de Tratamento de Resíduos Orgânicos

Para o manejo adequado dos resíduos orgânicos deverá ser implantada, operada e mantida pela concessionária 09 (nove) Unidades de Tratamento de Resíduos Orgânicos, em cada um dos municípios considerados no projeto de concessão, ficando sob sua responsabilidade obter as devidas autorizações e licenças do empreendimento junto aos órgãos competentes, incluindo o licenciamento ambiental, para que a sua instalação e operação seja realizada em estrita conformidade com a legislação vigente. No presente estudo foi considerada que a tecnologia utilizada nas Unidades de Tratamento de Resíduos Orgânicos é a compostagem aeróbia.

A compostagem aeróbia é um processo de degradação controlada da matéria orgânica com a presença de oxigênio, cujo produto é um composto que pode ser utilizado como

adubo natural em praças, parques e jardins. O processo de compostagem aeróbia é constituído por duas fases: a ativa e a maturação. A fase ativa dura em média 90 dias e é caracterizada pelo aumento da temperatura da massa orgânica, que pode variar entre 40°C e 60°C, devido à ação dos microrganismos, seguida da estabilização em temperatura ambiente (BRASIL, 2017).

Após a fase ativa ocorre a fase de maturação, que dura em média 30 dias. Durante essa fase, a massa mantém-se em temperatura ambiente, ocorrendo o processo de humificação e mineralização da matéria orgânica (BRASIL, 2017). O processo de aeração das leiras deve ser feito revolvendo o material periodicamente com uso de uma um equipamento como pá carregadeira ou revolvedora mecânica.

Da quantidade total de resíduos verdes destinados para a compostagem aeróbia estima-se que 65% sejam efetivamente convertidos em composto, 10% seja rejeito e cerca de 25% da massa seja perdida no processo de decomposição, gerando água e CO₂ (dióxido de carbono).

Essas unidades de tratamento deverão receber apenas os resíduos orgânicos, provenientes dos serviços de poda, capina e limpeza de feiras livres. O processo de compostagem utilizado para o dimensionamento das unidades foi o natural, sendo a capacidade média de recebimento e as áreas estimadas para cada unidade apresentadas no Quadro 22.

Quadro 22 – Área e capacidade das unidades de tratamento de resíduos orgânicos das CMRs.

| Município | Área (m ²) | Capacidade (t/dia) |
|-------------------|------------------------|--------------------|
| Altaneira | 650 | 1,3 |
| Barbalha | 4.600 | 9,6 |
| Caririaçu | 1.500 | 2,7 |
| Crato | 9.500 | 20 |
| Farias Brito | 900 | 1,5 |
| Jardim | 1.500 | 2,6 |
| Missão Velha | 1.900 | 3,9 |
| Nova Olinda | 1.300 | 2,5 |
| Santana do Cariri | 1.100 | 1,8 |

Fonte: Elaboração própria (2022).

A construção e operação dessa unidade deverão seguir as Normas ABNT e demais diretrizes consideradas pertinentes, sendo que as normas aqui citadas não são exaustivas. Na construção e operação da unidade devem ser seguidos os requisitos de segurança de trabalho, conforme a Lei nº 6.514/77 e as Normas Regulamentadoras da Portaria nº 3.214/78 do Ministério do Trabalho.

Ficará ao encargo dos municípios a disponibilização das áreas para a concessionária e a realização da coleta dos rejeitos originados na unidade para seu encaminhamento até as ETRs ou CTR. A concessionária será responsável pela implantação do acesso interno das Unidades de Tratamento de Resíduos Orgânicos, considerando sua adequação aos projetos desenvolvidos pelos municípios/consórcio para cada uma das CMRs, e pelo transporte do composto.

A seguir são apresentados os equipamentos (Quadro 23) e a mão de obra estimada para a operação da unidade que foram considerados no orçamento de referência. Nos municípios de Jardim e Farias Brito a balança que será utilizada para a pesagem, dos resíduos recebidos na unidade e do composto gerado, está considerada no serviço da ETR, uma vez que a portaria e a balança dessa infraestrutura serão compartilhadas.

Quadro 23 - Equipamentos para operação das unidades de tratamento de resíduos orgânicos da CMR.

| Equipamento | Característica | Funções |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • 02 (dois) trituradores de galhos. | <ul style="list-style-type: none"> • Potência: 49 hp. • Peso: 2.122,8 kg. • Caixa retangular de alimentação: 30,5 cm x 43,2 cm. • Velocidade: 2.220 rpm. • Lâminas/facas: duas com dupla face, aço tipo A8 | <ul style="list-style-type: none"> • Trituração dos resíduos para redução de seu volume e uniformização do tamanho do material. |
| <ul style="list-style-type: none"> • 07 (sete) balanças rodoviárias. | <ul style="list-style-type: none"> • Dimensionamento, mínimo, de 18 X 3 m; • Carga de, no mínimo, 60 toneladas. | <ul style="list-style-type: none"> • Pesagem dos resíduos. |
| <ul style="list-style-type: none"> • 01 (uma) pá carregadeira. | <ul style="list-style-type: none"> • Pá carregadeira sobre rodas. • Potência líquida 128 hp. • Peso: 11.632 kg. • capacidade da caçamba 1,7 a 2,8 m³. | <ul style="list-style-type: none"> • Revolvimento das leiras. |

Fonte: Elaboração própria (2022).

Mão de obra:

- 26 (vinte e seis) agentes de limpeza;
- 07 (sete) fiscais de balança.

6.5. Destinação final temporária em aterro sanitário privado

A implantação do Aterro Sanitário em COMARES deve levar cerca de quatro anos e estima-se que sua operação só deve iniciar no quinto ano da concessão. Dessa forma, a fim de manter a disposição final ambientalmente adequada conforme estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos, é indicado que até essa data o consórcio utilize aterro sanitário privado para a destinação final dos resíduos. O aterro sanitário privado deve estar licenciado pelo órgão ambiental responsável e estar em conformidade com a NBR 13.896:1997 e a NBR 8419:1992, que fixa condições mínimas exigíveis para apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos.

A utilização do aterro sanitário privado deverá ser iniciada pela concessionária a partir do momento em que as estações de transferência estiverem licenciadas e prontas para operação. Para fins do orçamento de referência a disposição dos resíduos sólidos urbanos a cargo da concessionária está sendo considerada do 2º ao 4º ano de concessão.

7. Descrição de possíveis receitas acessórias

Um dos elementos que vem sendo utilizado em diversas partes do Brasil e do mundo como fonte de custeio para a implantação de obras públicas visando à melhora da qualidade ambiental são as receitas alternativas, complementares, acessórias ou oriundas de empreendimentos associados (denominadas simplesmente de “receitas acessórias”).

Em termos jurídicos, a Lei Federal de Concessões¹, que se aplica subsidiariamente às parcerias público-privadas, prevê a possibilidade de a concessionária de serviços públicos implantar estruturas empresariais que guardem relação com o objeto concedido, com vistas a desenvolver atividades econômicas conexas à prestação dos serviços públicos e a favorecer a modicidade tarifária.

Isto posto, receitas acessórias são aquelas que decorrem da utilização dos ativos operacionais, neste caso o aterro e as infraestruturas de triagem e de tratamento, para a produção de bens e serviços que serão remunerados de forma complementar para a concessionária. Exemplos tradicionais de outros setores são a utilização do leito rodoviário ou torres de transmissão de energia para a passagem de fibra óptica, a utilização de cartões de transporte público para a realização de publicidade, entre outros.

Na rota tecnológica proposta para COMARES – UC, uma possibilidade de receita acessória é decorrente da comercialização dos materiais recicláveis segregados na Unidade de Tratamento Mecânico de RSU. Contudo, indica-se que os materiais recicláveis oriundos dessa unidade devem ser, preferencialmente, encaminhados para os catadores ou para as cooperativas/associações de materiais recicláveis existentes nos municípios do consórcio, como forma de inclui-los na gestão dos resíduos sólidos e de contribuir para o aumentando de sua renda.

¹ “Art. 11. No atendimento às peculiaridades de cada serviço público, poderá o poder concedente prever, em favor da concessionária, no edital de licitação, a possibilidade de outras fontes provenientes de receitas alternativas, complementares, acessórias ou de projetos associados, com ou sem exclusividade, com vistas a favorecer a modicidade das tarifas, observado o disposto no art. 17 desta Lei. Parágrafo único. As fontes de receita previstas neste artigo serão obrigatoriamente consideradas para a aferição do inicial equilíbrio econômico-financeiro do contrato.”

Outra possibilidade de receita acessória é através da venda do composto produzido nas Unidades de Tratamento de Resíduos Orgânicos das CMRs e na Unidade de Tratamento de RSU da CTR. Também existe a possibilidade da geração de receitas acessórias através do recebimento dos resíduos provenientes de grandes geradores para a destinação final ambientalmente adequada por parte da concessionária. Porém, o recebimento desses resíduos deverá estar atrelado ao dimensionamento do aterro sanitário por parte da concessionária, a fim de garantir sua vida útil de acordo com os termos previsto no contrato de concessão.

Por fim, o biogás capturado no aterro poderá ser direcionado para um sistema de geração de energia. Na rota tecnológica proposta parte dos resíduos será tratado através da compostagem aeróbia, reduzindo a carga orgânica encaminhada para o aterro sanitário. O biogás capturado no aterro sanitário é produzido, através de reações químicas e biológicas, a partir da decomposição da matéria orgânica. A produção de biogás e a sua qualidade, em modo geral, só é constatada no momento em que a captação do biogás é iniciada.

Caso sejam geradas receitas acessórias das possibilidades citadas acima, ou ainda da exploração de outras fontes pela concessionária, será definido no contrato de concessão sua forma de compartilhamento entre a concessionária e o consórcio, para fins de modicidade tarifária.

Ademais, recomenda-se que o Projeto tenha uma racionalidade autônoma, isto é, que o Projeto não dependa de fontes de recursos acessórias para que se justifique tanto sob a ótica financeira quanto socioeconômica. Caso outros benefícios posteriores venham a ser encontrados, este fato somente o tornará melhor, mais embasado.

8. Estruturação de Plano de Operação e Conservação/Manutenção da infraestrutura implantada

O Plano de operação e conservação/manutenção da infraestrutura necessária para execução dos serviços, relacionada as estações de transferências e a destinação final de resíduos sólidos do COMARES – UC, deverá atender as normas técnicas e as legislações vigentes. A elaboração do plano será de responsabilidade da concessionária e abordará as diretrizes para que todas as ações técnicas e administrativas sejam mantidas ou recolocadas em condições de funcionamento em tempo ágil.

O plano de conservação/manutenção das estruturas de operação e administrativa deverá definir a periodicidade das ações e as atividades que serão desempenhadas nos diferentes tipos de manutenção (preventiva, corretiva e preditiva) com a finalidade de manter os equipamentos e instalações em perfeito estado de funcionamento.

O plano de conservação/manutenção das Estações de Transferência deve incluir, também, as diretrizes adotadas para a manutenção da frota de veículos que será utilizada na execução dos serviços, incluindo lubrificação, calibração e alinhamento dos veículos e das máquinas em consonância com os procedimentos definidos nos manuais de cada equipamento.

O estado de conservação dos equipamentos de transporte, conforme a NBR 13.221:2010, deve assegurar que não ocorra vazamento ou derramamento de resíduo durante o transporte. Ademais, os resíduos devem estar protegidos de intempéries durante o transporte e devidamente acondicionados para evitar o seu espalhamento nas vias de deslocamento.

O transporte de resíduos deve ser acompanhado de documento de controle ambiental previsto pelo órgão competente, sendo necessário informar o tipo de acondicionamento utilizado (ABNT, 2010b).

Também, deve contar com programa de treinamento/capacitação permanente dos funcionários sobre os procedimentos de segurança laboral e da adequada manutenção

preventiva e inspeção de operação dos equipamentos de transporte. Além de contar com Plano de Controle Ambiental (PCA) constituído por medidas mitigadoras para os impactos ambientais oriundos da instalação ou operação do empreendimento.

O plano de conservação/manutenção da Unidade de Tratamento Mecânico de RSU requer uma manutenção que inclui a lubrificação, calibração e alinhamento das máquinas e esteiras. A manutenção deverá seguir os procedimentos estipulados nos manuais de cada equipamento.

Para o aterro sanitário, o plano de conservação/manutenção deve ser realizado por um período mínimo de 26 anos ou até que seja comprovada a sua estabilidade. O plano deve ser estruturado a partir do estabelecimento de rotinas de inspeção, visando detectar eventuais problemas a fim de serem corrigidos. A manutenção permanente do aterro sanitário visa à garantia de uma operação segura das atividades, mesmo em épocas de chuvas intensas, dentro dos requisitos da boa técnica da Engenharia Sanitária.

O aterro sanitário deverá seguir um plano de conservação/manutenção que contemple, pelo menos:

- Manutenção do Sistema de Drenagem Superficial;
- Manutenção do Sistema de Drenagem do Percolado;
- Manutenção do Sistema de Drenagem de Gases;
- Forma de Correção dos Recalques, dos Caimentos, dos Taludes e Bermas;
- Manutenção da Cobertura Vegetal Sobre Células de Resíduos;
- Manutenção do Sistema de Monitoramento Ambiental;
- Manutenção de Acessos, Cercas e Portões; e
- Manutenção das Instalações Administrativas e Operacionais.

Além dos planos citados anteriormente, as unidades deverão conter um Plano de Contingência e Emergência. Em caso de acidentes devem ser tomadas, coordenadamente, medidas que minimizem ou restrinjam os possíveis efeitos danosos

decorrentes. Tal sequência de procedimentos deve estar discriminada no chamado Plano de Emergência, que deve conter:

- a) Informações de possíveis incidentes e das ações a serem tomadas;
- b) Indicação da(s) pessoa(s) que deve(m) atuar como coordenador(es) das ações de emergência, indicando seu(s) telefone(s) e endereço(s); esta lista deve estar sempre atualizada;
- c) Lista de todo equipamento de segurança existente, incluindo localização, descrição do tipo e capacidade (ABNT, 1997).

Considerando o disposto no Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Região do Cariri (CEARÁ, 2018f), no intuito de minimizar as situações críticas, o Plano de Emergência deve contemplar as ocorrências e ações descritas no Quadro 24.

Quadro 24 — Ações de contingência e emergência.

| OCORRÊNCIA | ORIGEM | PLANO DE CONTINGÊNCIA E AÇÕES DE EMERGÊNCIA |
|---|---|---|
| <p>PARALISAÇÃO DA OPERAÇÃO DO TRANSBORDO</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Avaria/falha mecânica nos veículos de transporte/equipamentos; • Obstrução do sistema viário; • Embargo pelo órgão ambiental. | <ul style="list-style-type: none"> • Encaminhar os resíduos diretamente para o local de disposição final; • Contratar empresa especializada para execução dos serviços em caráter emergencial; • Substituição dos veículos avariados por veículos reserva; • Agilidade no reparo de veículos/equipamentos avariados; • Estudo de rotas alternativas. |
| <p>INOPERÂNCIA DA UNIDADE DE TRATAMENTO MECÂNICO</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Avaria/falha mecânica nos veículos de coleta/equipamentos; • Falta de mercado para comercialização de agregados reciclados; | <ul style="list-style-type: none"> • Encaminhar os resíduos diretamente para o local de disposição final. • Substituição dos veículos avariados por veículos reserva. • Agilidade no reparo de veículos/equipamentos avariados. • Acionamento dos funcionários da concessionária para manutenção do serviço. |

| OCORRÊNCIA | ORIGEM | PLANO DE CONTINGÊNCIA E AÇÕES DE EMERGÊNCIA |
|---|---|--|
| <p>OBSTRUÇÃO DO SISTEMA VIÁRIO</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Acidentes de trânsito; • Protestos e manifestações populares; • Obras de infraestrutura; • Desastres naturais com obstrução parcial ou alagamento de vias públicas (chuvas intensas e prolongadas, escorregamentos em encostas). | <ul style="list-style-type: none"> • Estudo de rotas alternativas para o fluxo dos resíduos |

Fonte: Adaptado de CEARÁ (2018f).

Bibliografia

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019. São Paulo: ABRELPE, 2019. 64 p. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019/>. Acesso em: 29 jun. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10844: instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro: ABNT, 1989. 13 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 8419: apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos: procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1992. 7 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 13591: compostagem: terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 1996. 4 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 13896: aterros de resíduos não perigosos: critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997. 12 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626: instalação predial de água fria. Rio de Janeiro: ABNT, 1998. 41 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 8160: sistemas prediais de esgoto sanitário: projeto e execução. Rio de Janeiro: ABNT, 1999. 74 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 5410: instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 209 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10004: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 71 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 14039: instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV. Rio de Janeiro: ABNT, 2005. 87 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15515-1: passivo ambiental em solo e água subterrânea: parte 1: avaliação preliminar. Rio de Janeiro: ABNT, 2007. 47 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15849: resíduos sólidos urbanos – aterros sanitários de pequeno porte – diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento. Rio de Janeiro: ABNT, 2010. 24 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 17240: sistemas de detecção e alarme de incêndio: projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2010a. 54 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 13.221: transporte terrestre de resíduos. Rio de Janeiro: ABNT, 2010b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15515-2: passivo ambiental em solo e água subterrânea: parte 2: investigação confirmatória. Rio de Janeiro: ABNT, 2011. 19 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 31000: gestão de riscos: diretrizes. Rio de Janeiro: ABNT, 2018. 17 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 6122: projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro: ABNT, 2019. 108 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 16849: resíduos sólidos urbanos para fins energéticos: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2020. 30 p.

BRASIL. Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977. Altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo a segurança e medicina do trabalho e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1977. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6514.htm. Acesso em: 13 jul. 2020.

BRASIL. Portaria nº 3214 de 08 de junho de 1978. Aprova as Normas Regulamentadoras-NR- do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho. Brasília, DF, 1978. Disponível em: <https://enit.trabalho.gov.br/portal/index.php/seguranca-e-saude-no-trabalho/sst-menu/sst-normatizacao/sst-nr-portugues?view=default>. Acesso em: 13 jul. 2020.

BRASIL. Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2010a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 15 jul. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. Guia para elaboração dos Planos de Gestão de Resíduos Sólidos. Brasília, DF: SRHU/MMA, 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF: 201-. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos.html>. Acesso em: 13 jul. 2020.

BRASIL. Fundação Cultural Palmares. Certificação Quilombola. 2016. Disponível em: http://www.palmares.gov.br/?page_id=37551. Acesso em: 02 mar. 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2018. Brasília: SNS/MDR, 2019. 247 p.

CEARÁ. Secretaria das Cidades. Relatório preliminar dos estudos ambientais e estudos preliminares do aterro sanitário, da usina de triagem e da estação de transferência – Volume I: Estudo de seleção de áreas, caracterização do sistema atual de resíduos sólidos, concepção do modelo adotado e estudos ambientais. Fortaleza, 2012.

CEARÁ. Secretaria das Cidades; Fundação Nacional de Saúde. Plano de operação, manutenção, ocupação, monitoramento e de recuperação da área utilizada do lixão de Altaneira. Fortaleza, abr. 2014a. 190 p.

CEARÁ. Secretaria das Cidades; Fundação Nacional de Saúde. Plano de operação, manutenção, ocupação, monitoramento e de recuperação da área utilizada do lixão de Farias Brito. Fortaleza, abr. 2014b. 190 p.

CEARÁ. Secretaria das Cidades; Fundação Nacional de Saúde. Plano de operação, manutenção, ocupação, monitoramento e de recuperação da área utilizada do lixão de Nova Olinda. Fortaleza, abr. 2014c. 191 p.

CEARÁ. Secretaria do Meio Ambiente, I&T Gestão de Resíduos. Plano das Coletas Seletivas – Bacia do Salgado: Resumo Executivo. Fortaleza: SEMA, dez. 2017. 116 p.

CEARÁ. Secretaria do Meio Ambiente. Plano de transição para recuperação da área degradada do lixão de Barbalha (Bacia do Salgado). Fortaleza, set. 2018a. 148 p. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/10WM3nkc43yr1zFcygGOBYfFV6LlyEjnW/view>. Acesso em: 29 abr. 2020.

CEARÁ. Secretaria do Meio Ambiente. Plano de recuperação da área degradada do lixão de Caririaçu (Bacia do Salgado). Fortaleza, set. 2018b. 154 p. Disponível em: <https://drive.google.com/open?id=1VAhAS-yRDKLOxwNBOFQvMr065UFyxvtq>. Acesso em: 29 abr. 2020.

CEARÁ. Secretaria do Meio Ambiente. Plano de transição para recuperação da área degradada do lixão do Crato (Bacia do Salgado). Fortaleza, set. 2018c. 153 p. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1Wpjda7upCobfa_n_lydjDq4NUEmmSEaf/view. Acesso em: 29 abr. 2020.

CEARÁ. Secretaria do Meio Ambiente. Plano de transição para recuperação da área degradada do lixão de Jardim (Bacia do Salgado). Fortaleza, set. 2018d. 145 p. Disponível

em: <https://drive.google.com/file/d/1j0bTlqjYqYaQvMTRDkQmK1DT2SUGAmhN/view>. Acesso em: 29 abr. 2020.

CEARÁ. Secretaria do Meio Ambiente. Plano de transição para recuperação da área degradada do lixão de Missão Velha (Bacia do Salgado). Fortaleza, set. 2018e. 151p. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1BgFTgqFFwosVZ5rSUD46qYJ_wR-LK9u5/view. Acesso em: 29 abr. 2020.

CEARÁ. Secretaria do Meio Ambiente. Plano Regional de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos – Região do Cariri. Fortaleza, 2018f.

CEARÁ. Secretaria Estadual do Meio Ambiente, I&T Gestão de Resíduos. Plano das Coletas Seletivas – Região Cariri Centro: Resumo Executivo. Fortaleza: SEMA, dez. 2019. 65 p.

CEARÁ. Secretaria das Cidades. Superintendência de Obras Públicas - SOP-CE. Mapa Rodoviário e Político 2020. Fortaleza, 2020. Disponível em: <https://www.ceara.gov.br/2019/11/04/sop-divulga-novo-mapa-rodoviario-do-ceara/>. Acesso em: 02 mar. 2020.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 4, de 9 de outubro de 1995. Estabelece as Áreas de Segurança Portuária – ASAs. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 236, p. 20388, 11 dez. 1995.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT *Cloud*. Mapa Multimodal Ceará 2018. Fortaleza: DNIT, 2018. Disponível em: <http://servicos.dnit.gov.br/dnitcloud/index.php/s/dwjjeEgkqY82spk#pdfviewer>. Acesso em: 10 mar. 2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Visualizador DNITGeo. DNIT. Disponível em: <http://servicos.dnit.gov.br/vgeo/#>. Acesso em: 02 mar. 2020.

GOOGLE. Google Maps. 2020. Disponível em: <https://maps.google.com.br>. Acesso em: 30 mar. 2020.

GOOGLE EARTH PRO. Versão 7.3. Google Inc, 2020. Disponível em: <https://www.google.com/intl/pt-BR/earth/versions/>. Acesso em: 17 mar. 2020. [software]. Download em 17 mar. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Portal de Mapas website. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#homepage>, 2020. Acesso em: 17 mar. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo 2000. Rio de Janeiro: IBGE, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Sandro Pereira Silva (org.) A organização coletiva de catadores de material reciclável no Brasil: Dilemas e potencialidades sob a ótica da economia solidária. Rio de Janeiro: Ipea, 2017.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. Ceará em Mapas Interativo. IPECE, 2020. Disponível em: http://mapas.ipece.ce.gov.br/i3geo/interface/black_gm.phtml. Acesso em: 02 mar. 2020.

JUAZEIRO DO NORTE. Autarquia Municipal de Meio Ambiente de Juazeiro do Norte. Diagnóstico de Resíduos Sólidos. Juazeiro do Norte: AMAJU, 2016. 162 p.

ROCHA, F.H.A. Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Associação do Engenho do Lixo do Juazeiro do Norte – Ceará. Juazeiro do Norte, 2016.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Diagnóstico de Manejo de Resíduos Urbanos 2017. Brasília: SNIS, 2019.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Série histórica: Municípios. 2018. Disponível em: <http://app4.cidades.gov.br/serieHistorica/#>. Acesso em: 6 abr. 2020.

TRIBUNAL DE CONTAS DOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DE GOIÁS. Secretaria de Licitações e Contratos. Manual de orientações para análise de serviços de limpeza urbana. Goiânia: TCMGO, 2016. 169 p.