



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE CARAÚBAS
CURSO: ENGENHARIA CIVIL

ITALO JONAS DE SOUZA ALENCAR

PLANO DE GERENCIAMENTO BÁSICO PARA OS REJEITOS DO CONSÓRCIO DE
GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO VALE DO JAGUARIBE

CARAÚBAS - RN
2021

ITALO JONAS DE SOUZA ALENCAR

PLANO DE GERENCIAMENTO BÁSICO PARA OS REJEITOS DO CONSÓRCIO DE
GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO VALE DO JAGUARIBE

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador(a): Ana Claudia Araújo Fernandes.

APROVADO EM: 19/05/2021

BANCA EXAMINADORA

ANA CLAUDIA ARAUJO
FERNANDES:07104587462

Assinado de forma digital por ANA CLAUDIA
ARAUJO FERNANDES:07104587462
Dados: 2021.05.25 19:45:58 -03'00'

Prof.^a Ma. Ana Cláudia Araújo Fernandes
Orientadora

Prof.^a Ma. Márcia Yara de Oliveira Silva
Primeiro Membro

Eng. Civil Josué Johab de Galiza
Segundo Membro

CARAÚBAS - RN
2021

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

A368p Alencar, Italo Jonas de Souza .
PLANO DE GERENCIAMENTO BÁSICO PARA OS REJEITOS
DO CONSÓRCIO DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS
SÓLIDOS DO VALE DO JAGUARIBE / Italo Jonas de
Souza Alencar. - 2021.
88 f. : il.

Orientador: Ana Cláudia Araújo Fernandes.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2021.

1. Resíduos Sólidos . 2. Rejeitos. 3. Plano de
Gerenciamento. 4. Estação de Transbordo. I.
Fernandes, Ana Cláudia Araújo , orient. II.
Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

A Joaquim Martins de Souza Filho.

DEDICO

“Nada pode ser obtido sem alguma espécie de sacrifício, é preciso oferecer em troca alguma coisa de valor equivalente, esse é o princípio básico da alquimia, a Lei da Troca Equivalente.”

(Fullmetal Alchemist)

AGRADECIMENTOS

Esse trabalho não poderia ser feito sem ajuda dos meus familiares que, apesar das dificuldades enfrentadas, sempre estiveram presentes, principalmente a minha mãe Maria das Dores de Souza, as minhas irmãs Daniely Alencar e Emanuely Alencar, a minha avó Dona Amélia, minha tia Maria Rosangela e o meu Padrinho Carlos Augusto.

Um agradecimento especial a professora e orientador Ana Cláudia Araújo Fernandes, pela disponibilidade, dedicação, paciência e compreensão na execução deste trabalho. Aos professores da instituição que ajudaram na minha formação até o presente momento.

Aos meus amigos e companheiros de casa: Ailton Junior e Yuri Fernandes, por sempre estarem a disposição me ajudando naquilo que estava ao alcance de cada um, obrigado. As minhas companheiras inseparáveis de curso Jaiana Pinheiro e Iara Cristina. A minha grande amiga que Caraúbas me deu Cristiane Dantaya e aos demais amigos da UFERSA que, de alguma forma, contribuíram na caminhada do curso de engenharia civil.

RESUMO

O funcionamento adequado do Consórcio de Gestão Integrada Vale do Jaguaribe é imprescindível para contribuir para a durabilidade do aterro sanitário em questão e, para isso, é necessário que haja um manejo de rejeitos apropriado, de forma que os resíduos com possibilidade de reaproveitamento não sejam direcionados ao aterro sanitário. Devido à grande geração de resíduos dos municípios pertencentes ao Consórcio e às distancias entre os municípios e o aterro sanitário se faz necessário elaborar um Plano de Gerenciamento Básico para os Rejeitos do Consórcio de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Vale do Jaguaribe, contemplando os 13 municípios consorciados. Na elaboração do plano inicialmente realizou-se a coleta de dados pertencentes ao Consórcio e realizada a projeção populacional, com isso foi definida e dimensionada as estações de transbordo, plano de logística com definição das rotas, número de caminhões observando a disponibilidade de compartilhamento dos mesmos e o calendário semanal. Com isso obteve-se o plano de gerenciamento básico de rejeitos e que através da matriz de análise *SWOT*, foi realizada uma análise em conjunta do Consórcio e do plano a fim de observar suas fortalezas e fraquezas para melhoramento na futura implementação.

Palavras-chaves: Estação de transbordo. Matriz *SWOT*. Manejo de rejeitos.

ABSTRACT

The proper functioning of the Vale do Jaguaribe Integrated Management Consortium is essential to contribute to the durability of the sanitary landfill in question and, for this, it is necessary to have an appropriate waste management, so that the waste with the possibility of reuse is not directed to the landfill. Due to the large generation of waste in the municipalities belonging to the Consortium and the distances between the municipalities and the landfill, it is necessary to develop a Basic Management Plan for the Waste of the Integrated Solid Waste Management Consortium of Vale do Jaguaribe, covering the 13 municipalities consortium members. In the elaboration of the plan, data collection belonging to the Consortium was initially carried out and the population projection was carried out. With this, the transshipment stations were defined and dimensioned, the logistics plan with the definition of routes, the number of trucks observing the availability of sharing them. and the weekly calendar. With this, the simplified tailings management plan was obtained and, through the SWOT analysis matrix, a joint analysis of the Consortium and the plan was carried out in order to observe its strengths and weaknesses for improvement in future implementation.

Keywords: Overflow station. SWOT matrix. Waste management.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: LIMITES TERRITORIAIS DOS MUNICÍPIOS PARTICIPANTES DO CONSÓRCIO.....	22
FIGURA 2: FLUXOGRAMA DE ATIVIDADES	23
FIGURA 3: CTR LIMOEIRO DO NORTE	36
FIGURA 4: TRAJETO ENTRE A ET E A CIDADE DE ALTO SANTO.....	39
FIGURA 5: ROTA ENTRE ET-ALTO SANTO E O ATERRO SANITÁRIO.....	40
FIGURA 6: TRAJETO ENTRE A ET E A CIDADE DE ERERÉ.....	42
FIGURA 7: ROTA ENTRE ET-ERERÉ E O ATERRO SANITÁRIO	43
FIGURA 8: TRAJETO ENTRE A ETE A CIDADE DE IRACEMA	45
FIGURA 9: ROTA ENTRE ET-IRACEMA E O ATERRO SANITÁRIO.....	46
FIGURA 10: TRAJETO ENTRE A ETE A CIDADE DE POTIRETAMA	48
FIGURA 11: ROTA ENTRE ET-POTIRETAMA E O ATERRO SANITÁRIO	49
FIGURA 12: TRAJETO ENTRE A ETE A CIDADE DE ITAÍÇABA	51
FIGURA 13: ROTA ENTRE ET-ITAÍÇABA E O ATERRO SANITÁRIO.....	52
FIGURA 14: TRAJETO ENTRE A ET E A CIDADE DE JAGUARUANA	54
FIGURA 15: ROTA ENTRE ET-JAGUARUANA E O ATERRO SANITÁRIO.....	55
FIGURA 16: TRAJETO ENTRE A ETE A CIDADE DE MORADA NOVA.....	57
FIGURA 17: ROTA ENTRE ET-MORADA NOVA E O ATERRO SANITÁRIO	57
FIGURA 18: TRAJETO ENTRE A ETE A CIDADE DE PALHANO	59
FIGURA 19: ROTA ENTRE ET-PALHANO E O ATERRO SANITÁRIO	60
FIGURA 20: TRAJETO ENTRE A ETE A CIDADE DE QUIXERÉ	62
FIGURA 21: ROTA ENTRE ET-QUIXERÉ E O ATERRO SANITÁRIO.....	62
FIGURA 22: TRAJETO ENTRE A ETE A CIDADE DE RUSSAS.....	64
FIGURA 23: ROTA ENTRE ET-RUSSAS E O ATERRO SANITÁRIO	65
FIGURA 24: TRAJETO ENTRE A ETE A CIDADE DE LIMOEIRO DO NORTE.....	66
FIGURA 25: ROTA ENTRE ET-LIMOEIRO DO NORTE E O ATERRO SANITÁRIO	67
FIGURA 26: TRAJETO ENTRE A ETE A CIDADE DE SÃO JOÃO DO JAGUARIBE	68
FIGURA 27: ROTA ENTRE ET-SÃO JOÃO DO JAGUARIBE E O ATERRO SANITÁRIO.....	69
FIGURA 28: TRAJETO ENTRE A ETE A CIDADE DE TABULEIRO DO NORTE.....	70
FIGURA 29: ROTA ENTRE ET-TABULEIRO DO NORTE E O ATERRO SANITÁRIO	71
FIGURA 30: MATRIZ DE ANÁLISE <i>SWOT</i>	79

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: GERAÇÃO PER CAPITA CONSORCIO VALE DO JAGUARIBE	29
QUADRO 2: GERAÇÃO PER CAPITA ESTADO DO CEARÁ.....	29
QUADRO 3: NÚMERO DE ROTAS E VEÍCULOS COMPARTILHADOS	74
QUADRO 4: QUADRO RESUMO PLANO BÁSICO CIDADE ALTO SANTO.....	75
QUADRO 5: QUADRO RESUMO PLANO BÁSICO CIDADE ERERÉ.....	75
QUADRO 6: QUADRO RESUMO PLANO BÁSICO CIDADE IRACEMA	75
QUADRO 7: QUADRO RESUMO PLANO BÁSICO CIDADE POTIRETAMA.....	75
QUADRO 8: QUADRO RESUMO PLANO BÁSICO CIDADE ITAICABA.....	76
QUADRO 9: QUADRO RESUMO PLANO BÁSICO CIDADE JAGUARUANA	76
QUADRO 10: QUADRO RESUMO PLANO BÁSICO CIDADE MORADA NOVA.....	76
QUADRO 11: QUADRO RESUMO PLANO BÁSICO CIDADE PALHANO.....	77
QUADRO 12: QUADRO RESUMO PLANO BÁSICO CIDADE QUIXERÉ	77
QUADRO 13: QUADRO RESUMO PLANO BÁSICO CIDADE RUSSAS.....	77
QUADRO 14: QUADRO RESUMO PLANO BÁSICO CIDADE LIMOEIRO DO NORTE.....	78
QUADRO 15: QUADRO RESUMO PLANO BÁSICO CIDADE SÃO JOÃO DO JAGUARIBE	78
QUADRO 16: QUADRO RESUMO PLANO BÁSICO CIDADE TABULEIRO DO NORTE.....	78

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: PROJEÇÃO POPULACIONAL.....	28
TABELA 2: MASSA DE RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS	30
TABELA 3: GRAVIMETRIA DAS CIDADES	31
TABELA 4: GERAÇÃO DE REJEITOS	32
TABELA 5: VOLUME DIÁRIO DE REJEITOS	33
TABELA 6: NECESSIDADE DE ET	37
TABELA 7: NÚMERO DE ROTAS E VEÍCULOS COMPARTILHADOS.....	72

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
2.	OBJETIVO	15
2.1.	OBJETIVO GERAL	15
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3.	REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1.	RESÍDUOS SÓLIDOS	16
3.2.	GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	17
3.3.	LOGÍSTICA	19
3.4.	MATRIZ DE ANÁLISE	19
4.	METODOLOGIA	21
4.1.	ÁREA DE ESTUDO	21
4.2.	ETAPAS DA PESQUISA	23
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
5.1.	PROJEÇÃO POPULACIONAL	27
5.2.	GERAÇÃO <i>PER CAPITE</i> DE RESÍDUOS	28
5.3.	GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E DE REJEITOS	30
5.4.	DEFINIÇÃO E POSICIONAMENTO DAS ESTAÇÕES DE TRANSBORDO	33
5.4.1.	Definição do tipo de Estação	33
5.4.2.	Separação por Volume Semanal de Rejeito Gerado	33
5.4.3.	Definição do Tamanho do Terreno da Estação de Transbordo	34
5.4.4.	Definição do Número de Estações de Transbordo	35
5.5.	PLANO BÁSICO DE GERENCIAMENTO DE REJEITOS	37
5.5.1	Manejo de Rejeitos – Alto Santo	38
5.5.1.1.	Estação de Transbordo	38
5.5.1.2.	Rotas	38
5.5.2	Manejo de Rejeitos – Ereré	41
5.5.2.1.	Estação de Transbordo	41
5.5.2.2.	Rotas	41
5.5.3.	Manejo de Rejeitos - Iracema	43
5.5.3.1.	Estação de Transbordo	44
5.5.3.2.	Rotas	44
5.5.4.	Manejo de Rejeitos - Potiretama	47
5.5.4.1.	Estação de Transbordo	47

5.5.4.2.	Rotas	47
5.5.5.	Manejo de Rejeitos - Itaipava	50
5.5.5.1.	Estação de Transbordo	50
5.5.5.2.	Rotas	50
5.5.6.	Manejo de Rejeitos - Jaguaruana	53
5.5.6.1.	Estação de Transbordo	53
5.5.6.2.	Rotas	53
5.5.7.	Manejo de Rejeitos - Morada Nova	56
5.5.7.1.	Estação de Transbordo	56
5.5.7.2.	Rotas	56
5.5.8.	Manejo de Rejeitos - Palhano	58
5.5.8.1.	Estações de Transbordo	58
5.5.8.2.	Rotas	58
5.5.9.	Manejo de Rejeitos - Quixeré	61
5.5.9.1.	Estações de Transbordo	61
5.5.9.2.	Rotas	61
5.5.10.	Manejo de Rejeitos - Russas	63
5.5.10.1.	Estações de Transbordo	63
5.5.10.2.	Rotas	63
5.5.11.	Manejo de Rejeitos - Limoeiro do Norte	65
5.5.11.1.	Estação de Transbordo	66
5.5.11.2.	Rotas	66
5.5.12.	Manejo de Rejeitos - São João do Jaguaribe	67
5.5.12.1.	Estação de Transbordo	68
5.5.12.2.	Rotas	68
5.5.13.	Manejo de Rejeitos Tabuleiro do Norte	69
5.5.13.1.	Estação de Transbordo	70
5.5.13.2.	Rotas	70
5.5.14.	CALENDÁRIO DE ROTAS E COMPARTILHAMENTO DE VEÍCULOS	71
5.5.14.1.	Compartilhamento de Veículos	72
5.5.14.2.	Calendário de Rotas Semanal	73
5.6	ANÁLISE DA MATRIZ SWOT (FOFA)	79
5.6.1	Forças	80
5.6.2	Fraquezas	81
5.6.3	Oportunidades	82
5.6.4	Ameaças	83
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
	REFERÊNCIAS	85

1. INTRODUÇÃO

A produção de resíduos sólidos começa a existir quando as populações humanas deixam de ser nômades e passam a se fixar em localidades propícias para seu desenvolvimento. Inicialmente os resíduos descartados por essas populações não debilitavam o meio agressivamente pois era composto principalmente por matéria orgânica (SILVEIRA; BERTÉ; PELANDA, 2018).

Com o advento tecnológico e o desenvolvimento industrial, os resíduos gerados começaram a impactar de forma mais contundente o meio, assim as preocupações e as primeiras discussões começaram a surgir devido ao seu acúmulo excessivo e os riscos em sua grande maioria ainda desconhecidos (SILVEIRA, 2018).

Na década passada foi promulgada a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, PNRS, que é uma Lei de fato com atenção às problemáticas da gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. Através dela criou-se mecanismos de obrigação da instalação de aterros sanitários a fim de se ter uma disposição final ambientalmente adequada para os rejeitos.

Através da Lei nº 12.305 em seu artigo 45 possibilitou-se a cidades de regiões próximas a organização de consórcios públicos a fim de partilhar os custos com a instalação de um aterro como também todo o seu gerenciamento, com o intuito de se enquadrar nas diretrizes que impõe prazos finais para a instalação desses dispositivos ficando sob hipótese de receber sanções ao não cumprimento (BRASIL, 2010).

Desse modo o Consórcio de Gestão Integrada Vale do Jaguaribe se instaura na região do Vale do Jaguaribe, localizada no Estado do Ceará, com a finalidade de mitigar os problemas relacionados a resíduos urbanos e seus rejeitos. Participam do Consórcio os municípios de Alto Santo, Ereré, Iracema, Limoeiro do Norte, Potiretama, São João do Jaguaribe, Tabuleiro do Norte, Itaiçaba, Jaguaruana, Morada Nova, Palhano, Quixeré e Russas (BIOMAS - ENGENHARIA E CONSULTORIA, 2020).

Devido as problemáticas existentes nos municípios participantes do Consórcio, principalmente pela presença de lixões, falta da realização de coleta seletiva em grande parte, faz com que se gere problemas a curto, médio e longo prazo. Algumas das problemáticas são: Contaminação do solo e lençol freático devido ao chorume; poluição do ar com a realização de queimadas desses resíduos, em que as partículas poluidoras pela ação do vento podem ser

transportadas até os núcleos das cidades gerando picos de doenças respiratórias; condições insalubres de trabalho para catadores de materiais recicláveis; impactos visuais na região e desvalorização das áreas ao redor (SILVEIRA; BERTÉ; PELANDA, 2018).

Diante disso revela-se a necessidade da obtenção um Plano de Gerenciamento Básico para os Rejeitos do Consórcio de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Vale do Jaguaribe para detectar os problemas e buscar soluções para resolvê-los ainda na fase de planejamento. Dessa forma, este trabalho pode desempenhar um papel importante no auxílio aos municípios para um manejo adequado dos rejeitos e contribuição para manutenção e até elevação da vida útil do aterro sanitário.

2. OBJETIVO

2.1. OBJETIVO GERAL

Propor um Plano de Gerenciamento Básico para os rejeitos do Consórcio de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Vale do Jaguaribe, contemplando os 13 municípios consorciados.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificar os rejeitos que serão dispostos no aterro sanitário de Limoeiro do Norte – CE.
- Definir as estações de transbordo para os municípios que compõem o Consórcio de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Vale do Jaguaribe.
- Dimensionar as estações de transferência para os municípios que compõem o Consórcio de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Vale do Jaguaribe.
- Planejar as rotas de transporte dos caminhões dos municípios para o aterro sanitário de Limoeiro do Norte – CE.
- Propor um Plano de Gerenciamento Básico para os Rejeitos dos municípios que compõem o Consórcio de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Vale do Jaguaribe.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção será abordado uma revisão da literatura sobre assuntos de embasamento e fundamentação teórica para obter uma melhor compreensão do tema de discussão deste trabalho.

3.1. RESÍDUOS SÓLIDOS

“Resíduo é definido como: “se refere a subprodutos resultantes de processos que podem ser aproveitados para outras finalidades (SILVEIRA; BERTÉ; PELANDA, 2018).

De acordo com a NBR 10004:2004, resíduos sólidos são definidos como:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos, (PNRS), instituído através da Lei Nº 12.305, de 2 agosto de 2010, artigo 3 inciso XVI, define resíduos sólidos como:

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

Com o avanço tecnológico novas práticas e métodos foram sendo descobertos através de pesquisa científicas, originando um aumento no número de materiais com possibilidade de reciclagem e reutilização, fazendo com que apenas os rejeitos fossem sendo descartados (SILVEIRA; BERTÉ; PELANDA, 2018).

De acordo com a PNRS rejeito é definido como:

“Resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada”.

Desse modo pode-se entender que diferente dos resíduos sólidos, os rejeitos são materiais que esgotaram totalmente as suas possibilidades de reuso, reutilização e reciclagem, tendo como destinação final o aterro sanitário. Esse tipo de dado tem grande relevância pois existindo uma triagem de materiais de excelência pode-se evitar transportar resíduos

desnecessários para o aterro, possibilitando o aumento da sua vida útil e diminuindo os custos referente a transporte de acomodação desses resíduos, pois se resíduos forem sendo acomodados, o aterro em um tempo menor terá se exaurido sendo necessário a compra de novos espaços e construção de um novo aterro (RUBERG; SERRA, 2007).

3.2. GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

As preocupações de se produzir produtos e serviços atenuando os impactos fez as nações adotarem e promulgarem leis a fim de nortear e criar condutas mais rígidas. No Brasil o primeiro mecanismo adotado foi a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que em 2010 foi incorporada na LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010, que instituiu a PNRS (BRASIL,2010).

Para mobilização de resíduos sólidos no Brasil existem três tipos de deposição desses resíduos: os lixões, aterro controlado e o aterro sanitário (SILVEIRA; BERTÉ; PELANDA, 2018). O lixão pode ser definido como uma localidade, normalmente longe da área urbana, na qual não existe controle algum sobre o modo e a disposição dos resíduos são alocados. Os materiais são apenas jogados no terreno a céu aberto proliferando vetores e animais carniceiros. Dois agravantes durante esse processo é a inexistência sobre o controle do chorume gerado poluindo os lençóis freáticos e os gases gerados, como o metano, que é um complicador sobre a temática do aquecimento global (IBGE, 2011).

Segundo IBGE (2011) define-se aterro controlado como:

“O aterro controlado, por sua vez, é considerado uma fase intermediária entre o lixão e o aterro sanitário, cuja característica consiste no cuidado de, diariamente, cobrir os resíduos sólidos com uma camada de terra ou outro material de forração visando diminuir a incidência de insetos e outros animais transmissores de doenças. Esse tipo de aterro vem sendo um recurso cada vez mais utilizado pelos municípios como destino de seus resíduos sólidos”.

Entende-se aterro sanitário como:

“O destino de resíduos sólidos ideal é, no entanto, o aterro sanitário. Este é dotado de um conjunto de técnicas que reduzem sobremaneira os impactos socioambientais do tratamento de resíduos sólidos. No aterro sanitário, é feito um prévio nivelamento de terra e impermeabilização total do solo, o que impede que o chorume contamine o lençol freático, como ocorre no aterro controlado e no vazadouro a céu aberto. O chorume resultante da degradação dos resíduos orgânicos é coletado e, posteriormente, tratado em uma estação de tratamento de efluentes. Assim como no aterro controlado, também é feita a cobertura diária do lixo por material adequado, não ocorrendo a proliferação de vetores, mau cheiro e poluição visual. Esse tipo de aterro também vem sendo um recurso cada vez mais utilizado pelos municípios como destino de seus resíduos sólidos” (MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO, 2011).

A produção de resíduos sólidos urbanos tem aumentado sequencialmente durante o período exposto. Segundo dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), a geração total no Brasil no ano de 2010 foi de aproximadamente 66 toneladas, enquanto no ano de 2019 foi observado o número de 79 toneladas. O panorama permanece crescente quando observado por região em específico a nordeste, no ano de 2010 obteve-se uma geração de aproximadamente 17 toneladas, e no ano de 2019 aproximadamente 19 toneladas (ABRELPE, 2020).

Apesar desse crescimento da geração dos RSU, a forma de disposição final não obteve grandes alterações, de acordo com dados da ABRELPE, no ano de 2010 cerca de 56,8% dos resíduos tinham uma destinação correta e 43,2% destinação inadequada. No ano de 2019 a porcentagem para destinação correta houve um pequeno acréscimo para 59,5% e tendo 40,5% obtendo uma destinação inadequada.

Diante desse cenário observado no país, no ano de 2010 foi sancionada a PNRS, estabelecendo metas e prazos a serem cumpridas pelos municípios, nas quais tinham até o ano de 2014 para que se adequassem as novas condutas e para a locação de aterros sanitários:

Além das capitais e regiões metropolitanas, os municípios de fronteira e os que contam com mais de 100 mil habitantes, com base no Censo de 2010, ganharam prazo até 2019. Cidades com população entre 50 e 100 mil habitantes têm até 31 de julho de 2020 para resolver essa questão. Já os municípios menores, com menos de 50 mil habitantes, devem estar de acordo com a lei até 31 de julho de 2021 (BRASIL, 2010).

No entanto, esses prazos, como podem ser observados no panorama atual, não foram cumpridos. Assim, através da Lei 14.026, de 15 de julho de 2020, estabelece datas limites para os municípios e suas regiões metropolitanas se adequarem aos novos parâmetros:

“A disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos deverá ser implantada até 31 de dezembro de 2020, exceto para os Municípios que até essa data tenham elaborado plano intermunicipal de resíduos sólidos ou plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos e que disponham de mecanismos de cobrança que garantam sua sustentabilidade econômico-financeira, nos termos do art. 29 da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para os quais ficam definidos os seguintes prazos:

- I - até 2 de agosto de 2021, para capitais de Estados e Municípios integrantes de Região Metropolitana (RM) ou de Região Integrada de Desenvolvimento (Ride) de capitais;
- II - até 2 de agosto de 2022, para Municípios com população superior a 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010, bem como para Municípios cuja mancha urbana da sede municipal esteja situada a menos de 20 (vinte) quilômetros da fronteira com países limítrofes;
- III - até 2 de agosto de 2023, para Municípios com população entre 50.000 (cinquenta mil) e 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010; e
- IV - até 2 de agosto de 2024, para Municípios com população inferior a 50.000 (cinquenta mil) habitantes no Censo 2010 (BRASIL, 2020)”.

3.3. LOGÍSTICA

As rotas de transporte têm um papel fundamental no gerenciamento dos resíduos sólidos, pois ela norteará instalações e equipamentos necessários para se obter uma eficiência maior. No Consórcio em estudo nesse trabalho é de extrema importância devido ao número de cidades e às distâncias entre elas e o aterro sanitário. No entanto, antes de se definir os tipos de rotas, suas quantidades, quantas e quais instalações são necessárias é preciso conhecer a geração per capita de cada região bem como o teor desse resíduo.

Esses dados podem ser obtidos com a composição gravimétrica que através do ensaio realizado indica o percentual de cada material em relação ao total da amostra coletada, dando o indicador de quantidade de material passível de reciclagem, logística reversa etc. (ABRELPE, 2020).

“A geração per capita” relaciona a quantidade de resíduos urbanos gerada diariamente e o número de habitantes de determinada região.” (RIO DE JANEIRO, 2001). Esse dado se torna de grande importância para dimensionamento de instalações como o aterro sanitário levando em conta também a projeção populacional.

Um tipo de instalação de grande importância para localidades distantes do aterro sanitário é a estação de transbordo, ET, ela consiste em um ponto de apoio para os caminhões de limpeza urbana depositarem os resíduos que irão diretamente para o aterro sanitário. O transporte para o aterro pode ser realizado pelos veículos que integram os serviços de coleta dos resíduos, bem como pode ser feito por um caminhão de maior capacidade. Indica-se que se a distância entre a cidade e o aterro estiver em uma distância maior que 20km se faz necessária a instalação de uma estação de transbordo (NUNES, 2015).

O dimensionamento da instalação se faz com o levantamento de dados dos resíduos gerados diariamente, a quantidade de dias que esse resíduo ficará na estação, a frequência de viagens dos caminhões de coleta do município e a determinação do número de viagens do transporte para estação de transbordo para o aterro.

3.4. MATRIZ DE ANÁLISE

Para uma melhor compreensão e obtenção dos resultados será utilizado no presente trabalho a matriz de análise SWOT cuja sigla diz respeito a *Strengths*, *Weaknesses*, *Opportunities*, *Threats*, que traduzido para o português a matriz é comumente chamada de FOFA cujas sigla representa Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças.

A matriz SWOT tem origem nos Estados Unidos através do seu criador Albert Humphrey, na Universidade de Stanford no período na década de 1960, as letras da sigla em inglês significam forças, fraquezas, oportunidades e ameaças. A ferramenta auxilia na organização dos dados internos e externos do problema, analisando os pontos fortes e fracos e as oportunidades e fraquezas refinando a análise e seus resultados (RAUPP *et al.*, 2018).

Antes de iniciar a formação da matriz é preciso definir o ponto de estudo. Por exemplo na análise do Consórcio pode-se fazer sobre uma observação global do mesmo ou sobre o processo específico que está constituído dentro do mesmo, como o processo executivo de uma estação de transbordo. Definido o ponto de estudo, elabora-se a matriz e elencando os tópicos em dos quatro pontos da matriz citados e inicia-se o processo de estudo.

Essa ferramenta é uma grande aliada na análise de como a empresa, produto ou ponto de estudo está situada no seu ramo de atuação, observando seus pontos internos, os fortes e fracos e os pontos externos oportunidades e fraquezas.

Os pontos internos são aqueles em que o objeto de estudo tem controle total sobre o modo como operam tendo facilidade de realizar mudanças sobre estes. Já os pontos externos são aqueles pertencentes a sua área de atuação, mas que não possuem o controle direto sobre os mesmos.

Assim a utilização da matriz vem com intuito de organizar e facilitar a elaboração de pontos de discussão bem como a revelação das deficiências do plano de gerenciamento, auxiliando na elaboração de soluções (RAUPP *et al.*, 2018).

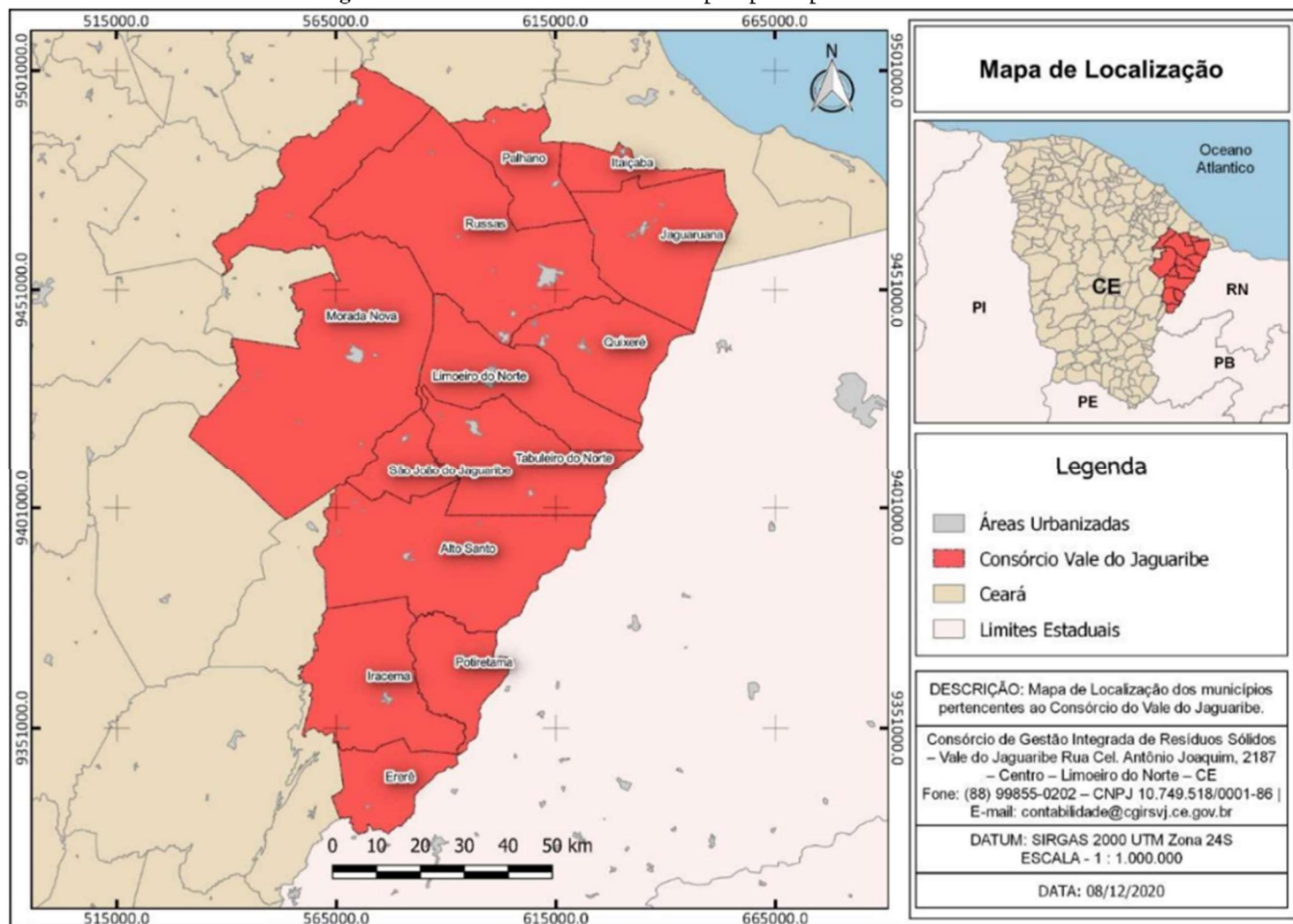
4. METODOLOGIA

Este trabalho consiste em elaborar um plano de gerenciamento simplificado dos rejeitos gerados nos municípios que compõem o Consórcio do Vale do Jaguaribe, analisando as distâncias entre eles e o aterro sanitário, dimensionando as estações de transbordo dos municípios e traçando rotas de transporte. Para a realização desse estudo, alguns dados foram coletados a partir do estudo realizado pela empresa Biomas Engenharia e Soluções responsável pelo estudo de implementação do Consórcio na região.

4.1. ÁREA DE ESTUDO

A região que compõe o Consórcio de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Vale do Jaguaribe (CGIRS-VJ), localiza-se na região do Vale do Jaguaribe no Estado do Ceará, apresentando segundo dados do IBGE (2020) uma extensão territorial absoluta de 11.353,287 km², o que representa um percentual de 7,62% de todo o território do Estado (BIOMAS - ENGENHARIA E CONSULTORIA, 2020). Os municípios participantes do Consórcio são Alto Santo, Ereré, Iracema, Limoeiro do Norte, Potiretama, São João do Jaguaribe, Tabuleiro do Norte, Itaiçaba, Jaguaruana, Morada Nova, Palhano, Quixeré e Russas, a Figura 1 ilustra a localização geográfica dos municípios consorciados.

Figura 1: Limites territoriais dos municípios participantes do consórcio.

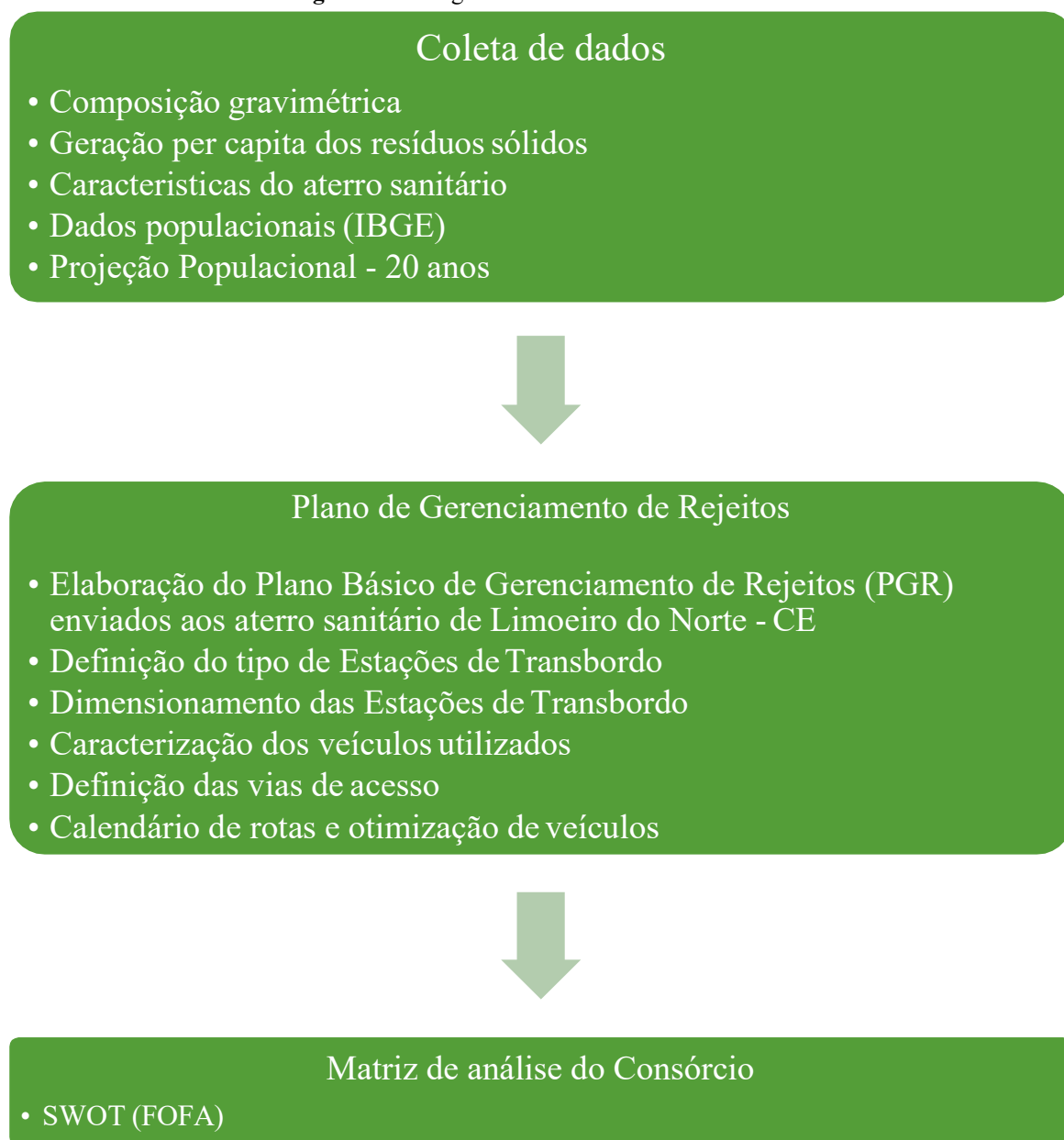


Fonte: Biomas Engenharia e consultoria. 2020

4.2. ETAPAS DA PESQUISA

A elaboração deste trabalho realizou-se seguindo a cronologia mostrada no fluxograma da Figura 2:

Figura 2: Fluxograma de Atividades



Fonte: Autoria própria. 2021

A proposição do plano se fez em partes, onde inicialmente realizou-se a coleta de dados correspondente a gravimetria e projeção populacional. Com esses dados foi possível iniciar a elaboração e dimensionamento das ET, junto com a escolha dos veículos e definições de rotas. A seguir realizou-se a otimização dos veículos utilizados e definição de rotas e

elaboração do calendário semanal. Desse modo a organização e consolidação de todas essas partes formou-se o plano de gerenciamento básico de rejeitos.

4.2.1. COLETA DE DADOS E PROJEÇÃO POPULACIONAL

A coleta de dados ocorrerá através de pesquisa bibliográfica contidos nos arquivos elaborados pela empresa Biomas Engenharia e Consultoria, em que ela foi responsável pela elaboração do relatório técnico para o Consórcio, como também a coleta de dados populacional executada pelo censo do IBGE utilizado para realização das projeções populacionais. Na coleta de dados alguns dos pontos técnicos abordados são a composição gravimétrica, indicador que mostrará a composição estimada dos tipos de resíduos, percentual de matéria orgânica, de resíduos recicláveis, de rejeitos etc., através de uma amostra.

A geração *per capita* mostra a quantidade de resíduos por habitante dia e com esse dado é possível estimar a produção de resíduo em dada faixa de tempo de acordo com a população do município. Esses dados são importantes para efeito de comportamento futuro dos resíduos corroborando para as definições do aterro como para o dimensionamento das possíveis estações de transbordo.

Os dados populacionais foram coletados dos 13 municípios consorciados através do último censo demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE. Com os dados do censo foi elaborado uma projeção populacional através de métodos matemáticos obtendo uma projeção populacional aritmética, geométrica, decrescente e logística para o ano de 2040, cujo as formulações dos quatro métodos estão elencadas nas equações de 1 a 11 a seguir:

- Projeção Aritmética

$$K_a = \frac{P_2 - P_0}{t_2 - t_0} \quad (1),$$

$$P_t = P_0 + K_a \quad (2),$$

em que K_a é o coeficiente aritmético, P_2 e P_0 representam as populações obtidas no censo do IBGE, t_2 e t_0 representam o tempo em anos e P_t a população obtida.

- Projeção Geométrica

$$K_g = \frac{\ln P_2 - \ln P_0}{t_2 - t_0} \quad (3),$$

$$P_t = P_0 \cdot e^{K_g \cdot (t - t_0)} \quad (4),$$

em que K_g é o coeficiente geométrico, P_2 e P_0 representam as populações obtidas no censo do IBGE, t_2 e t_0 representam o tempo em anos e P_t a população obtida.

- Projeção Decrescente

$$P_c = \frac{2 \cdot P_0 \cdot P_1 \cdot P_2 - P_1^2 \cdot (P_0 + P_2)}{P_0 \cdot P_2 - P_1^2} \quad (5),$$

$$K_d = \frac{-\ln[(P_c - P_2)/(P_c - P_0)]}{t_2 - t_0} \quad (6),$$

$$P_t = P_0 + (P_c - P_0) \cdot [1 - e^{-K_d \cdot (t - t_0)}] \quad (7),$$

em que K_d é o coeficiente decrescente, P_2 e P_0 representam as populações obtidas no censo do IBGE, P_c é a população de saturação, t_2 e t_0 representam o tempo em anos e P_t a população obtida.

- Projeção Crescimento Logístico

$$P_c = \frac{2 \cdot P_0 \cdot P_1 \cdot P_2 - P_1^2 \cdot (P_0 + P_2)}{P_0 \cdot P_2 - P_1^2} \quad (8),$$

$$c = \frac{(P_c - P_0)}{P_0} \quad (9),$$

$$K_s = \frac{1}{t_2 - t_1} \cdot \ln \left[\frac{P_0 \cdot (P_c - P_1)}{P_1 \cdot (P_c - P_0)} \right] \quad (10),$$

$$P_t = \frac{P_c}{1 + c \cdot e^{K_s \cdot (t - t_0)}} \quad (11),$$

em que K_d é o coeficiente decrescente, P_2 e P_0 representam as populações obtidas no censo do IBGE, P_c é a população de saturação, t_2 e t_0 representam o tempo em anos, c é coeficiente de crescimento e P_t a população obtida.

Através dos dados atuais e das projeções é possível estimar a geração de resíduos e, conseqüentemente, dos rejeitos. Assim, o critério de dimensionamento das estações de transbordo atenderá a um horizonte de 20 anos, considerando um período de construção de 2 anos para as ET, de forma que elas não fiquem subdimensionadas e superlotadas com rejeitos.

4.2.2. ELABORAÇÃO E DIMENSIONAMENTO DAS ESTAÇÕES DE TRANSBORDO

As ET serão determinadas a partir da problemática da região estudada e da quantidade de resíduos estimada, observou-se a necessidade ou não da sua implementação bem como o tipo de funcionamento. Assim, foi definido o modo de deposição do rejeito – a céu aberto ou não –, o período de acumulação – curta ou longa duração – e se haverá equipamentos para redução de volume na unidade.

Definido o tipo e o tamanho da ET, é determinado o número de estações de transbordo, observando dados como distância total da cidade até o aterro sanitário, visto que para distâncias maiores que 20km se orienta a instalação de uma estação de transbordo (NUNES, 2015). O posicionamento e determinação de cada estação foi observado de acordo com critérios em que ela poderia ter a possibilidade de servir para mais de uma cidade evitando um número excessivo de estações.

A logística das rotas foi definida através da localização das ET observando-se as vias e a facilidade de acesso, a circulação de veículos de médio e grande porte que poderão trafegar em determinadas vias e se há restrição de circulação de horário, observando o trânsito local, a fim de evitar atrasos e tempo de espera para deposição dos rejeitos.

Com relação à frota de veículos foi observado os tipos de caminhões e suas capacidades de transporte bem como se existirá caminhões próprios para traslado de rejeitos entre as estações de transbordo ou se os caminhões da coleta regular farão esse transporte. A determinação da estação de transbordo será desenvolvida inicialmente para uma cidade, observando todas as suas particularidades, definindo o seu tamanho e tipo, capacidade de armazenamento.

4.2.3. CALENDÁRIO DE ROTAS E COMPATIBILIZAÇÃO DE VEÍCULOS

Em seguida determinou-se o tipo de transporte a ser utilizado, bem como as suas dimensões e tecnologias embarcadas. Definido o tipo de caminhão elaborou-se as rota estação-aterro, determinando a de acesso mais otimizada com relação a custo e tempo. Com isso se fez a proposição de compartilhamento de caminhões e elaboração e determinação do calendário semanal de rotas a fim de otimizar e compatibilizar todas as demais rotas.

Depois de obtidos os resultados o Consórcio e o plano de gerenciamento básico foram submetidos às questões aplicadas pela matriz de análise, identificando os pontos fortes e

fracos, podendo obter uma visão mais ampla e técnica sobre a problemática e com isso realizando ajustes e melhorando o desempenho, viabilidade técnica.

4.2.4. PROPOSIÇÃO DO PLANO DE GERENCIAMENTO BÁSICO DE REJEITOS

A elaboração do plano básico de rejeitos é realizada com a junção de todos os dados referentes a ET, veículos de transporte de rejeitos e suas rotas. Na logística além das rotas é feito um calendário organizacional para chegada e saída de veículos no aterro sanitário possibilitando, uma maior organização o compartilhamento de veículos entre municípios. Assim realiza-se a integração e interligação de todos os sistemas individuais das cidades, finalizando assim o Plano Básico de Gerenciamento de Rejeitos dos municípios contemplados no Consórcio de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Vale do Jaguaribe.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico será abordado os resultados de acordo com os métodos comentados no decorrer da elaboração deste trabalho, visando analisar e compreender os valores obtidos.

5.1. PROJEÇÃO POPULACIONAL

Para que se consiga compreender quais resíduos estão sendo gerados, suas frequências e características, é necessário ter a dimensão da população analisada e como ela se comporta ao passar dos anos. Diante disso, utiliza-se métodos matemáticos para estimar a população com horizonte de 40 anos e poder prever situações que dependem desse dado, obtendo os resultados do Tabela 1:

Tabela 1:Projeção Populacional

Município	Projeção Aritmética 2040	Projeção Geométrica 2040	Projeção Decrescente 2040	Projeção Crescimento Logístico 2040	Projeção Pop Media 2040
Alto Santo	18.870	19.000	18.409	18.501	18.695
Ereré	7.995	8.061	7.637	7.662	7.838
Iracema	15.534	15.615	15.546	15.660	15.588
Limoeiro do Norte	67.142	67.858	62.424	62.536	62.480
Potiretama	7.059	7.107	6.889	6.924	6.994
São João do Jaguaribe	7.003	7.037	7.411	7.416	7.216
Tabuleiro do Norte	34.013	34.281	32.697	32.821	32.758
Itaíçaba	9.026	9.163	8.538	8.597	8.830
Jaguaruana	37.030	37.271	35.305	35.372	35.338
Morada Nova	61.084	61.089	61.683	61.684	61.384
Palhano	10.534	10.640	10.109	10.163	10.135
Quixeré	28.055	29.401	27.537	29.149	28.535
Russas	96.980	100.649	87.076	88.026	87.551

Fonte: Autoria Própria, 2021.

5.2. GERAÇÃO *PER CAPITA* DE RESÍDUOS

Geração per capita relaciona através de uma razão dados de população, produção de resíduo e tempo. Os dados foram obtidos através de pesquisa bibliográfica encontrados em documento de composição gravimétrica elaborado pela empresa Biomas Engenharia e consultoria, responsável pela elaboração do plano de gerenciamento de resíduos do Consórcio Vale do Jaguaribe como pode ser visto no Quadro 1.

Quadro1: Geração per capita Consorcio Vale do Jaguaribe.

Município	Geração per capita (kg/hab. dia)
Alto Santo	1,14
Ereré	0,65
Iracema	0,73
Limoeiro do Norte	1,17
Potiretama	0,91
São João do Jaguaribe	0,76
Tabuleiro do Norte	1,27
Itaiçaba	1,02
Jaguaruana	0,97
Morada Nova	1,09
Palhano	1,13
Quixeré	1,01
Russas	1,40

Fonte: Adaptado Biomas Engenharia, 2020.

O governo do estado do Ceará realizou um panorama de resíduos no Estado, em que através de cálculos obteve-se os dados de geração per capita médio, dividido por faixas populacionais, como se pode observar no Quadro 2.

Quadro 2: Geração per capita estado do Ceará.

Índices de geração de resíduo per capita (kg/hab. dia)	
Faixa de população (habitantes)	Total resíduo urbano
De 795 a 2.000	0,72
De 2.001 a 5.000	0,72
De 5.001 a 10.000	0,72
De 10.001 a 20.000	0,87
De 20.001 a 50.000	0,87
De 50.001 a 100.000	1,01
De 100.001 a 150.000	1,09
De 150.001 a 250.000	1,23
De 250.001 a 500.000	1,30
De 500.001 a 750.000	1,52
De 750.001 a 1.000.000	1,74
De 1.000.001 a 1.500.000	1,95

Fonte: Adaptado de Governo do Estado do Ceará, 2015.

Comparando as duas tabelas observamos algumas diferenças notáveis com os valores médios estimados com os valores obtidos pelo relatório do Consórcio. Observa-se que as cidades de Ereré, Potiretama, São João do Jaguaribe, Itaiçaba e Palhano estão na faixa populacional entre 5001 a 10000 apresentam valores distintos dos valores médios de geração

per capita. O mesmo ocorre nas outras faixas populacionais como na de 10000 a 20000 que compreende Alro Santo e Iracema, de 20001 a 50000 que contém os municípios de Tabuleiro do Norte, Jaguaruana, Quixeré e a faixa de 50001 a 100000 que inclui Limoeiro do Norte, Morada Nova e Russas.

Com isso observa-se que os valores encontrados para os 13 municípios consorciados apresentam uma diferença significativa com a média esperada, essas respostas são de grande valor pois se obtém indicativos de geração *per capita* de resíduos mais fiel e próximos da realidade melhorando quaisquer dimensionamentos como os propostos para as ET deste trabalho bem como para uso em estudos futuros que venha a utilizar os mesmos.

5.3. GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E DE REJEITOS

O cálculo para obtenção da geração de massa de resíduos sólidos é feito através da multiplicação da geração per capita com a quantidade populacional. Para fins de uma maior precisão de dimensionamento das ET, utilizou-se a média da projeção populacional de 2040, obtendo os seguintes resultados na Tabela 2.

Tabela 2: Massa de resíduos sólidos gerados.

Município	Geração Per Capita (Kg/hab. dia)	Projeção população média 2040	Massa de Resíduos Sólidos (Kg/dia)
Alto Santo	1,14	18.695	21.312,87
Ereré	0,65	7.838	5.095,32
Iracema	0,73	15.588	11.379,77
Limoeiro do Norte	1,17	62.480	73.102,02
Potiretama	0,91	6.994	6.365,26
São João do Jaguaribe	0,76	7.216	5.484,67
Tabuleiro do Norte	1,27	32.758	41.603,82
Itaiçaba	1,02	8.830	9.007,60
Jaguaruana	0,97	35.338	34.277,95
Morada Nova	1,09	61.384	66.909,46
Palhano	1,13	10.135	11.453,41
Quixeré	1,01	28.535	28.820,85
Russas	1,40	87.550	122.571,27

Fonte: Autoria Própria, 2021.

No presente trabalho para o dimensionamento da ET será utilizado apenas a massa produzida de rejeitos, pois apenas eles serão destinados para o aterro sanitário. No plano de gerenciamento do consórcio foi feita a composição gravimétrica dos resíduos tendo suas porcentagens mostradas na Figura 3 a seguir.

Tabela 3: Gravimetria das Cidades.

Município	Tipos (%)						
	Matéria orgânica	Metais	Outros	Papel	Plástico	Rejeitos	Vidro
Russas	31,08	0,81	9,64	10,78	12,96	30,22	4,52
Morada Nova	30,01	2,02	13,83	7,38	19,12	26,55	1,07
Limoeiro do Norte	33,65	2,19	5,13	6,13	13,39	35,34	4,18
Jaguaruana	11,57	1,30	23,01	10,14	17,79	32,73	3,45
Tabuleiro do Norte	23,06	2,09	8,62	9,00	20,66	31,27	5,29
Quixeré	37,63	1,57	10,19	7,12	16,20	24,30	3,00
Alto Santo	11,03	2,87	25,00	6,89	15,31	29,72	9,19
Iracema	26,94	1,71	8,46	10,36	22,55	27,43	2,56
Palhano	34,95	1,61	6,55	8,26	17,85	26,02	4,75
São João do Jaguaribe	40,03	2,33	7,38	6,75	15,94	25,83	1,75
Itaiçaba	41,21	1,57	9,46	7,83	15,27	23,10	1,57
Ereré	18,24	3,94	18,41	0,76	32,54	26,12	N/A
Potiretama	12,98	1,44	17,48	28,85	9,91	26,17	3,17
Média	27,11	1,96	12,55	9,25	17,65	28,06	3,71

Fonte: Bioma e Engenharia (2020)

Tabela 4: Geração de rejeitos.

Município	Massa Resíduos Sólidos (kg/dia)	Percentual de Rejeitos (%)	Massa de Rejeitos (kg/dia)
Alto Santo	21.312	29,72	6.334
Ereré	5.095	26,12	1.330
Iracema	11.379	27,43	3.121
Limoeiro do Norte	73.102	35,34	25.834
Potiretama	6.365	26,17	1.665
São João do Jaguaribe	5.484	25,83	1.416
Tabuleiro do Norte	41.603	31,27	13.009
Itaiçaba	9.007	23,10	2.080
Jaguaruana	34.277	32,73	11.219
Morada Nova	66.909	26,55	17.764
Palhano	11.453	26,02	2.980
Quixeré	28.820	24,30	7.003
Russas	122.571	30,22	37.041

Fonte: Autoria Própria, 2021.

Devido a inconsistência dos dados obtidos na pesquisa bibliográfica a população considera neste trabalho será considerada a população total obtida no IBGE.

Em consequência da maioria das cidades possuir uma população de até 10.000 habitantes, as ET serão dispostas com armazenamento dos rejeitos, pois a produção de rejeitos dessas localidades será maior, necessitando de armazenagem.

A instalação do local contará com uma área para descarga dos materiais e outra para armazenagem. Com os valores gerados diariamente da massa de rejeitos foi realizado uma divisão com o valor do peso específico, este foi obtido através do relatório técnico de gerenciamento do consórcio.

De posse do volume diário gerado realizou-se a quantificação de volume no período de uma semana e em consequência realizando uma estimativa para o período de coleta da ET para o aterro sanitário, se a mesma aconteceria de forma semanal ou quinzenal, como mostra as Tabela 5.

Tabela 5: Volume diário de rejeitos.

Cidades	Massa de Rejeitos (Kg/dia)	Peso Especifico (Kg/m3)	Volume Diario (m³/dia)
Alto Santo	6.334,19	47,35	133,77
Ereré	13.30,90	55,40	24,02
Iracema	31.21,47	55,05	56,70
Limoeiro do Norte	25.834,25	75,52	342,08
Potiretama	16.65,79	61,27	27,19
São João do Jaguaribe	1.416,69	66,45	21,32
Tabuleiro do Norte	13.009,52	77,85	167,11
Itaiçaba	2.080,76	72,66	28,64
Jaguaruana	11.219,17	71,20	157,57
Morada Nova	17.764,46	64,50	275,42
Palhano	2.980,18	68,20	43,70
Quixeré	7.003,47	71,55	97,88
Russas	37.041,04	74,20	499,21

Fonte: Autoria Própria, 2021.

5.4. DEFINIÇÃO E POSICIONAMENTO DAS ESTAÇÕES DE TRANSBORDO

Para que se tenha estações de transbordo adequada a cada realidade dos municípios onde irão ser instaladas, é preciso que haja inicialmente o tipo de funcionamento, dimensionar e posicionar cada uma. O processo será executado para um dos municípios e posteriormente replicado aos demais.

5.4.1. Definição do tipo de Estação

O tipo adotado será uma Estação de Transbordo (ET) de simples transferência com armazenamento e compactação. A compactação será feita por uma máquina que gera fardos de dimensão 1,20m x 1,20m x 0,70m, de 1m³, aproximadamente.

5.4.2. Separação por Volume Semanal de Rejeito Gerado

Como forma de melhorar o processo de replicação e implantação do modelo de ET, foi observado os dias de coleta e capacidade geradora de rejeitos através do estudo contratado pelo Consórcio. Assim definiu-se faixas de agrupamentos de acordo com a capacidade máxima de rejeitos geradas semanalmente. (BIOMAS ENGENHARIA E CONSULTORIA, 2020). Realizando uma divisão da seguinte maneira:

- Até 500 m³: Ereré, Potiretama, Itaipava e Palhano só realizam coleta em um dia da semana estando os outros dias disponíveis para o transporte ao aterro. Iracema e São João do Jaguaribe possuem apenas um dia disponível para transporte ao aterro.

- De 501 m³ a 1.000 m³: Alto Santo e Quixeré realizam coleta de segunda a sábado.

- Acima de 1.001 m³: Russas, Morada Nova e Jaguaruana, realizam coleta apenas em um dia da semana, estando os outros dias disponíveis para transporte ao aterro. Limoeiro do Norte: não realiza coleta no sábado estando o dia disponível para transporte ao aterro. Tabuleiro do Norte: realiza coleta de segunda a sábado.

Para transportar os rejeitos da ET para o aterro sanitário seria necessário a aquisição de carretas do tipo semirreboque, com grande capacidade disponível para todas as localidades com ET. Devido ao país possuir a Resolução 211/06 do CONTRAN, Conselho Nacional de trânsito, que limita a capacidade de carga máxima permitida de semirreboques em 45 toneladas. Essa preocupação é relevante com respeito à qualidade e preservação do pavimento rodoviário. A capacidade máxima desses veículos varia de 45 a 70m³. De acordo com São Paulo (2015), a capacidade dos veículos que transportam os rejeitos até o aterro indica-se veículos com capacidade entre 55 e 66m³.

5.4.3. Definição do Tamanho do Terreno da Estação de Transbordo

A capacidade de armazenamento foi estimada de acordo com a geração de rejeito semanal de cada município, número de veículos da coleta regular e a definição do tempo de armazenamento, observando os dias de coleta e as regiões atendidas para que não tenha engarrafamento de veículos na localidade, tudo isso atrelado ao porte da cidade.

- Até 500 m³: Terreno com 40m x 40m de área 1.600m², baia única com dimensões de 16m x 16m com paredes de 2m ou rebaixamento de piso de 2m. Capacidade de armazenamento de 512m³ com área de 256m².

- De 501 m³ à 1.000 m³: Terreno com 50m x 50m de área 2.500m², baia única de 23m x 23m com paredes de 2m ou rebaixamento de piso de 2m. Capacidade de armazenamento de 1.058m³ com área de 529m².

- De 1.001 m³ à 3.000 m³: Terreno com 80m x 80m de área 6.400m² baia única de 40mx40m com paredes de 2m ou rebaixamento de piso de 2m. Capacidade de armazenamento de 3.200m³ com área de 1.600m².
- Acima de 3.200m³: Terreno com 90m x 90m de área 8100m², baia única de 45mx45m com paredes de 2m ou rebaixamento do piso de 2m. Capacidade de armazenamento de 4.050m³ e área de 2.025m².

Ao lado da baia possui uma rampa de concreto na qual a pá carregadeira vence o desnível entre ela e a carreta para realizar a disposição dos resíduos. Esse modelo foi inspirado na elaboração da estação de transbordo do município de Mongaguá, no estado de São Paulo.

As dimensões foram estimadas para se obter uma folga da geração máxima produzida, funcionar com problemas imprevisíveis como quebra de maquinário ou veículos. Algumas das instalações necessárias em uma ET são: uma guarita, sala de administração, balança, banheiro social.

5.4.4. Definição do Número de Estações de Transbordo

Para demarcar as localidades em questão foi utilizada a ferramenta do *Google Maps*. Na definição da distância entre o centro gerador e a ET, foi definido um ponto central da cidade que possui relevância para a comunidade como sedes de prefeituras, bancos e agências postais.

Com relação às distâncias, não existe resolução nacional que defina um afastamento máximo ou mínimo da ET para o centro populacional, porém, existe a Resolução nº 094/2014 do CEMA, Conselho Estadual de Meio Ambiente do Paraná, que utiliza as diretrizes para o afastamento mínimo. Desse modo no posicionamento das ET utilizou-se estes critérios:

- Distância mínima de 400 metros de núcleos populacionais, a partir da área específica onde ocorre de transferência dos Resíduos Sólidos Urbanos não perigosos;
- Distância mínima de 200 metros de residências isoladas, a partir da área específica onde ocorre de transferência dos RSU não perigosos;
- Distância mínima de 200 metros de vias de domínio público, a partir da área específica onde ocorre de transferência dos RSU não perigosos.

Primeiramente foi localizada a região que se encontra o Centro de Tratamento de Resíduos Sólidos (CTR), denominação do aterro sanitário do Consórcio. O mesmo se encontra na localidade Café Queimado no município de Limoeiro do Norte situado nas coordenadas, (-5.20628, -38.22489), distante aproximadamente 18km do centro urbano da cidade de Limoeiro do Norte com área aproximada de setenta e cinco hectares. Na Figura 3 pode-se ver a sua localização.

Figura 3:CTR limoeiro do Norte.



Fonte: *Google Maps*, 2021.

Dessa forma foi definido o número de ET necessárias respeitando a distância especificada na literatura, que em distâncias maiores que 20km do centro gerador ao aterro sanitário necessita da instalação. Na Tabela a seguir pode-se verificar a situação de cada localidade.

Tabela 6: Necessidade de ET.

Município	Distância para o aterro sanitário	Necessita de Estação de Transbordo
Alto Santo	46km	Sim
Ereré	114km	Sim
Iracema	83km	Sim
Limoeiro do Norte	18km	Não
Potiretama	82km	Sim
São João do Jaguaribe	17km	Não
tabuleiro do Norte	15km	Não
Itaiçaba	92km	Sim
Jaguaruana	86km	Sim
Morada Nova	40km	Sim
Palhano	74km	Sim
Quixeré	39km	Sim
Russas	44km	Sim

Fonte: Autoria Própria, 2021.

Tomadas as distâncias através do *Google Maps* dos 13 municípios participantes e observadas as particularidades as cidades de Limoeiro do Norte, Tabuleiro do Norte e São João de o Jaguaribe apesar de estarem distantes à menos de 20km do aterro sanitário será necessária a instalações de ET, visto que os veículos pertencentes as localidades não possuem capacidade suficiente para dar vazão os rejeitos gerados semanalmente.

Conhecidos os 13 municípios com necessidade de instalação de ET, estas foram posicionadas com uma distância máxima de 10 km dos centros urbanos. Buscou-se locais distantes da população em geral, mas que possuísse fácil acesso às rodovias federais e estaduais.

5.5. PLANO BÁSICO DE GERENCIAMENTO DE REJEITOS

O plano básico é a junção de todos os dados referentes à ET e à logística para o manejo de rejeitos. Inicialmente é definido o tipo de ET, as rotas e a quantidade de veículos necessários para cada município. Em seguida, é abordado o panorama geral do Consórcio, compilando os dados de todos os municípios e elaborando o calendário geral de rotas.

5.5.1 Manejo de Rejeitos – Alto Santo

Para definir a forma de realização do manejo dos rejeitos inicialmente é necessário o posicionamento da ET, bem como definir as rotas de acesso com os centros urbanos e o aterro sanitário. Concluído essa etapa é possível saber a quantidade de caminhões necessário para o transporte e o número de viagens.

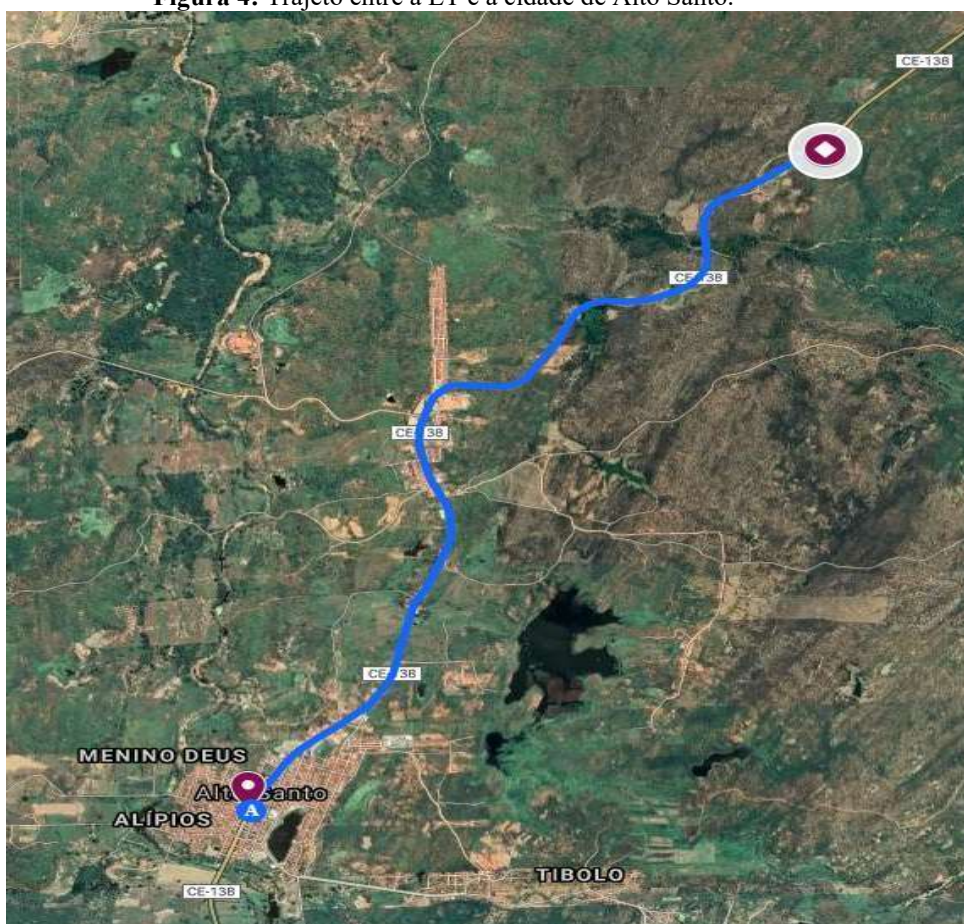
5.5.1.1. Estação de Transbordo

A ET no município de Alto Santo foi posicionada na seguinte coordenada (-5.47608, -38.24218), estando na proximidade da Rodovia CE-138, sendo nesta via a ligação entre a ET e a cidade. Nas suas proximidades há apenas vegetação nativa facilitando a sua instalação. Devido ao volume semanal de rejeitos gerados pela cidade ser de 936,41m³ enquadra-se no intervalo de 501m³ a 1.000m³ de rejeitos gerados cujo as dimensões necessárias do terreno é de 50 x 50m. Na Figura 4 pode-se ver a posição da ET.

5.5.1.2. Rotas

A distância entre a ET e o centro urbano é de aproximadamente 7 km, obedecendo a resolução nº 094/2014, tal que o percurso de carro segundo estimativas pode ser feito em cerca de 6 minutos em uma velocidade média de 50km/h. Devido a densidade populacional ser maior apenas nas proximidades da cidade as condições de tráfego acabam por ser favorecidas possibilitando um trajeto sem grandes dificuldades. Na Figura 4 observa-se o possível trajeto entre a cidade e a ET.

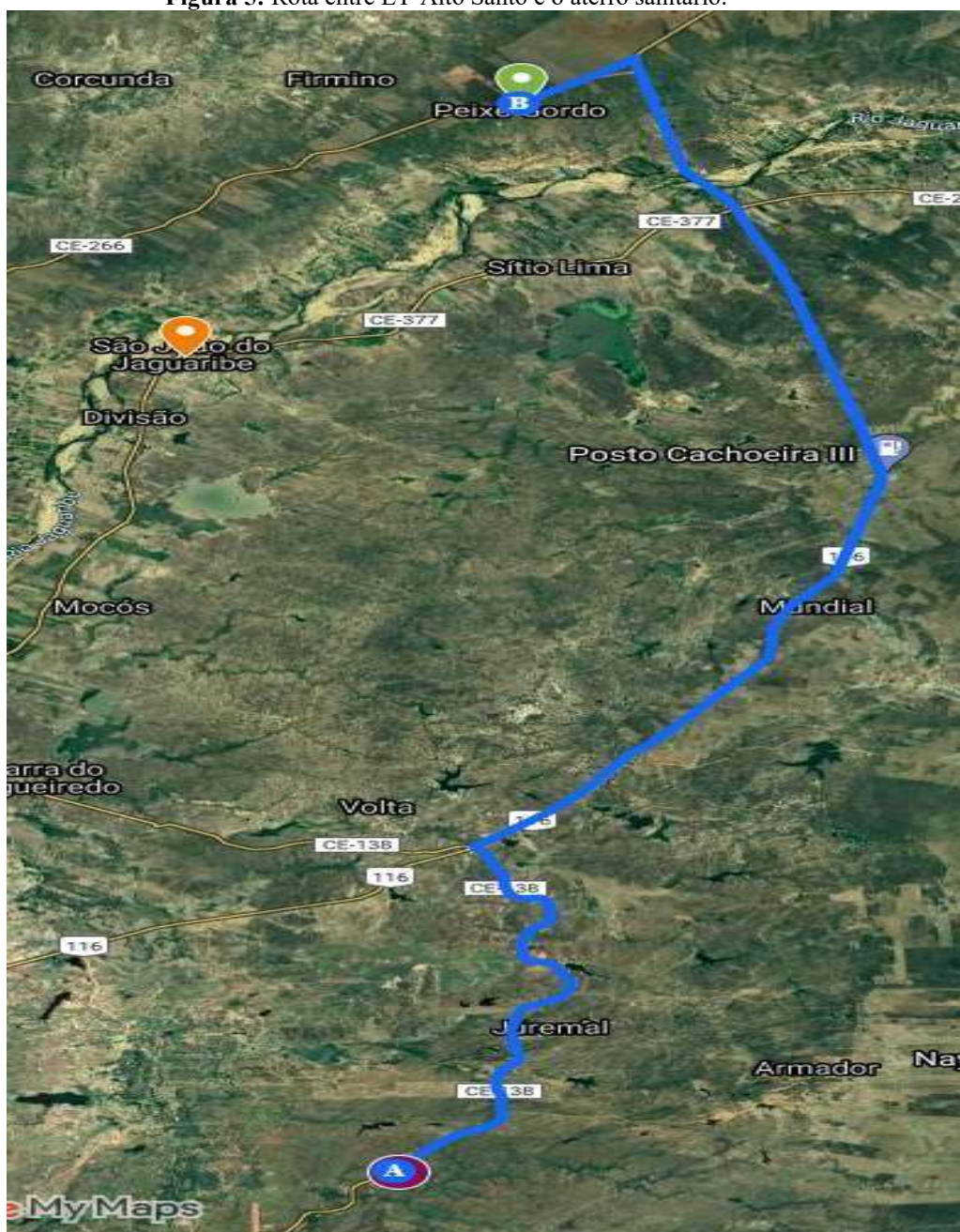
Figura 4: Trajeto entre a ET e a cidade de Alto Santo.



Fonte: *Google Maps*, 2021.

A ligação entre a ET e o aterro sanitário é feita através das rodovias CE-138, BR-116 e a CE-266, cuja distância entre os dois pontos é de 39km, com tempo estimado do trajeto de 31 minutos percorrido com velocidade média de 50km/h. Devido a utilização de mais de uma rodovia, a condição de tráfego pode ser afetada negativamente em razão do aumento provável do número de veículos, principalmente de grandes cargas significativas como caminhões e carretas, podendo aumentar o tempo de percurso. A Figura 5 mostra o percurso entre a ET e o aterro sanitário.

Figura 5: Rota entre ET-Alto Santo e o aterro sanitário.



Fonte: Google Maps, 2021.

Para escoar o volume de rejeitos gerados semanalmente pela cidade é necessário a cidade possuir 2 carretas de capacidade de 70m^3 , totalizando um volume de 140m^3 , realizando 8 viagens durante a semana cada veículo, uma em cada período do dia. Desse modo sobraria um dia completo, em que não haveria o transporte, podendo os dois veículos ociosos nesse período, ser realocados a municípios próximos para realizar o transporte dos rejeitos da localidade.

5.5.2 Manejo de Rejeitos – Ereré

Para definir a forma de realização do manejo dos rejeitos inicialmente é necessário o posicionamento da ET, bem como definir as rotas de acesso com os centros urbanos e o aterro sanitário. Concluído essa etapa é possível saber a quantidade de caminhões necessário para o transporte e o número de viagens.

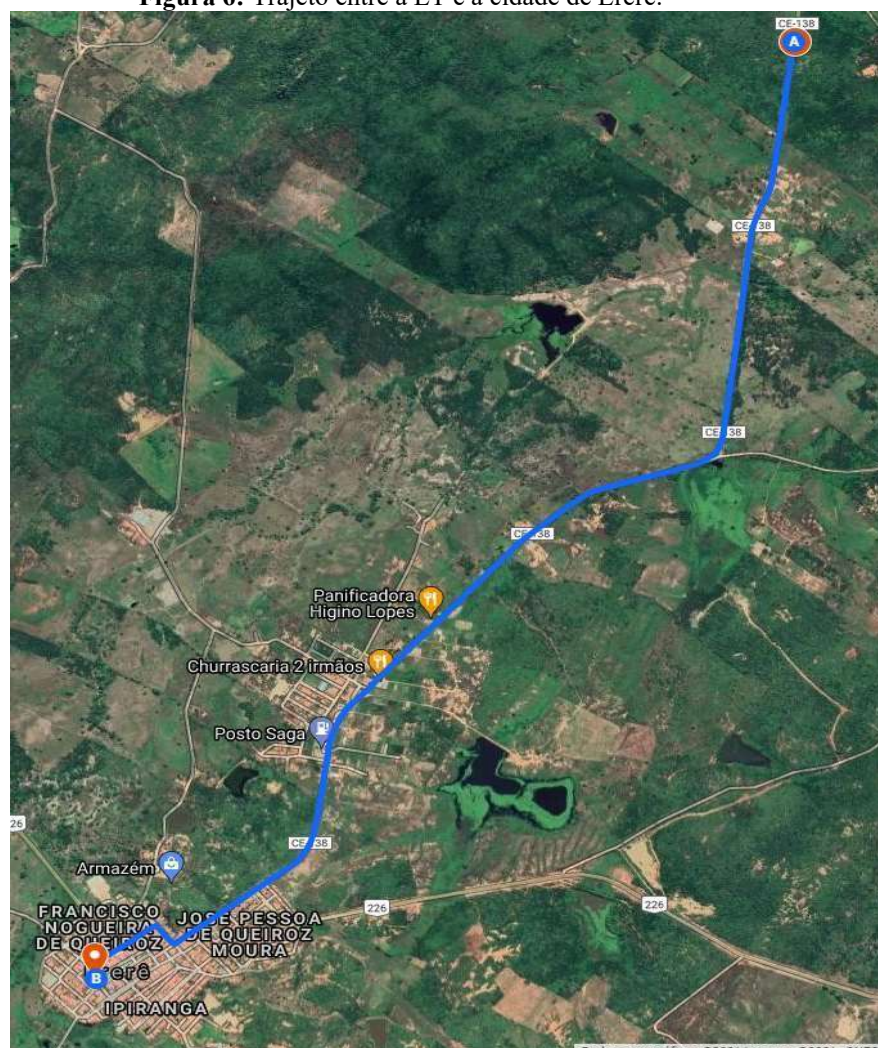
5.5.2.1. Estação de Transbordo

A ET no município de Ereré foi posicionada na seguinte coordenada (-5.99726, -38.32678), estando na proximidade da Rodovia CE-138, sendo nesta via a ligação entre a ET e a cidade. Nas suas proximidades há apenas vegetação nativa facilitando a sua instalação. Devido ao volume semanal de rejeitos gerados pela cidade ser de 168,16m³ enquadra-se no intervalo de até 500m³ de rejeitos gerados cujo as dimensões necessárias do terreno é de 40 x 40m. Na Figura 6 pode-se ver a posição da ET.

5.5.2.2. Rotas

A distância entre a ET e o centro urbano é de aproximadamente 5 km, obedecendo a resolução nº 094/2014, tal que o percurso de carro segundo estimativas pode ser feito em cerca de 7 minutos em uma velocidade média de 50km/h. Devido a densidade populacional ser maior apenas nas proximidades da cidade as condições de tráfego acabam por ser favorecidas possibilitando um trajeto sem grandes dificuldades. Na Figura 6 observa-se o possível trajeto entre a cidade e a ET.

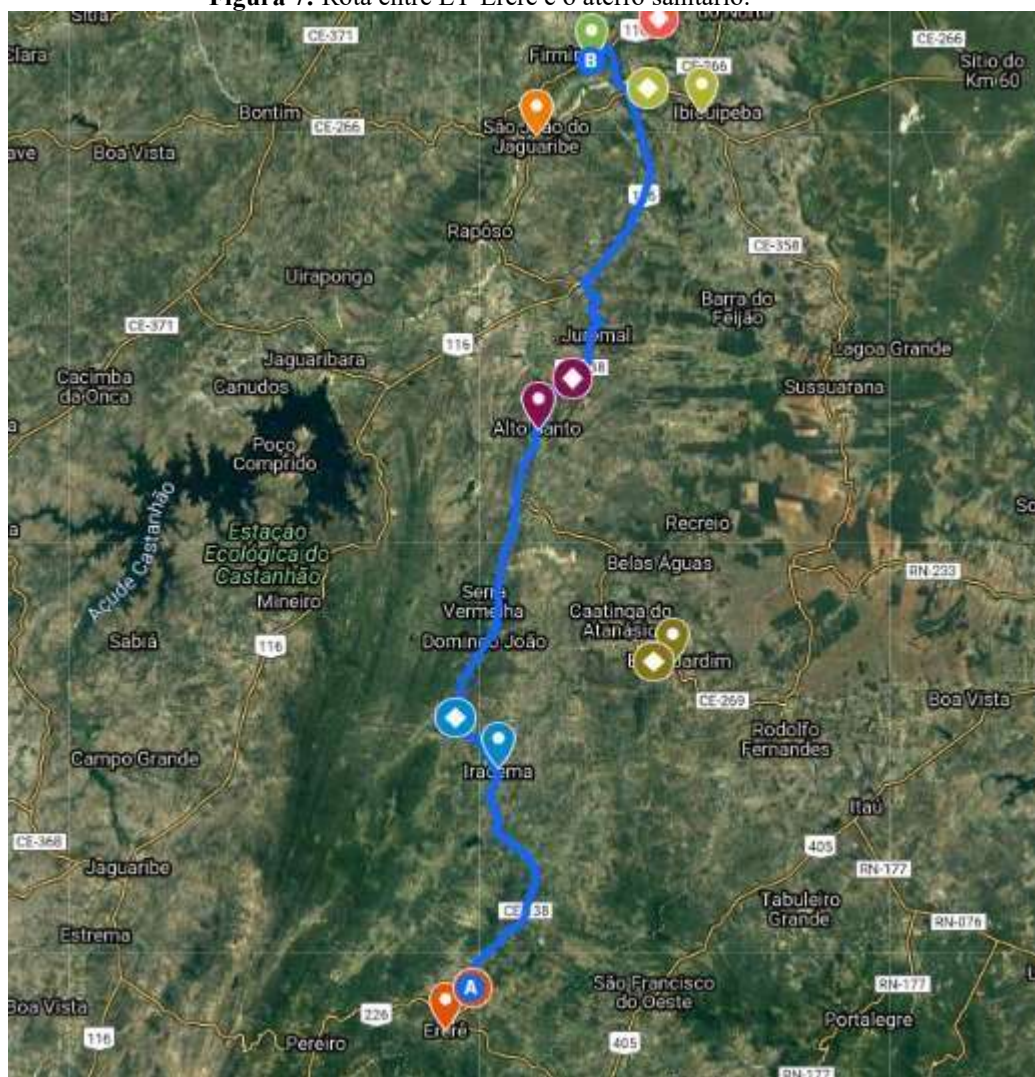
Figura 6: Trajeto entre a ET e a cidade de Ereré.



Fonte: *Google Maps*, 2021.

A ligação entre a ET e o aterro sanitário é feita através das rodovias CE-138, BR-116 e a CE-266, cuja distância entre os dois pontos é de 108km, com tempo estimado do trajeto de 1 hora percorrido com velocidade média de 50km/h. Devido a utilização de mais de uma rodovia, a condição de tráfego pode ser afetada negativamente em razão do aumento provável do número de veículos, principalmente de grandes cargas significativas como caminhões e carretas, podendo aumentar o tempo de percurso. A Figura 7 mostra o percurso entre a ET e o aterro sanitário.

Figura 7: Rota entre ET-Ereré e o aterro sanitário.



Fonte: Google Maps, 2021.

Para escoar o volume de rejeitos gerados semanalmente pela cidade é necessário possuir uma carreta de capacidade de 70m³, realizando 3 viagens durante a semana, uma no período na manhã e outra no período da tarde. Desse modo sobraria 3 dias inteiros e meio expediente, em que não haveria o transporte. Podendo o veículo ocioso nesse período, ser realocados a municípios próximos para realizar o transporte dos rejeitos da localidade.

5.5.3. Manejo de Rejeitos - Iracema

Para definir a forma de realização do manejo dos rejeitos inicialmente é necessário o posicionamento da ET, bem como definir as rotas de acesso com os centros urbanos e o aterro

sanitário. Concluído essa etapa é possível saber a quantidade de caminhões necessário para o transporte e o número de viagens.

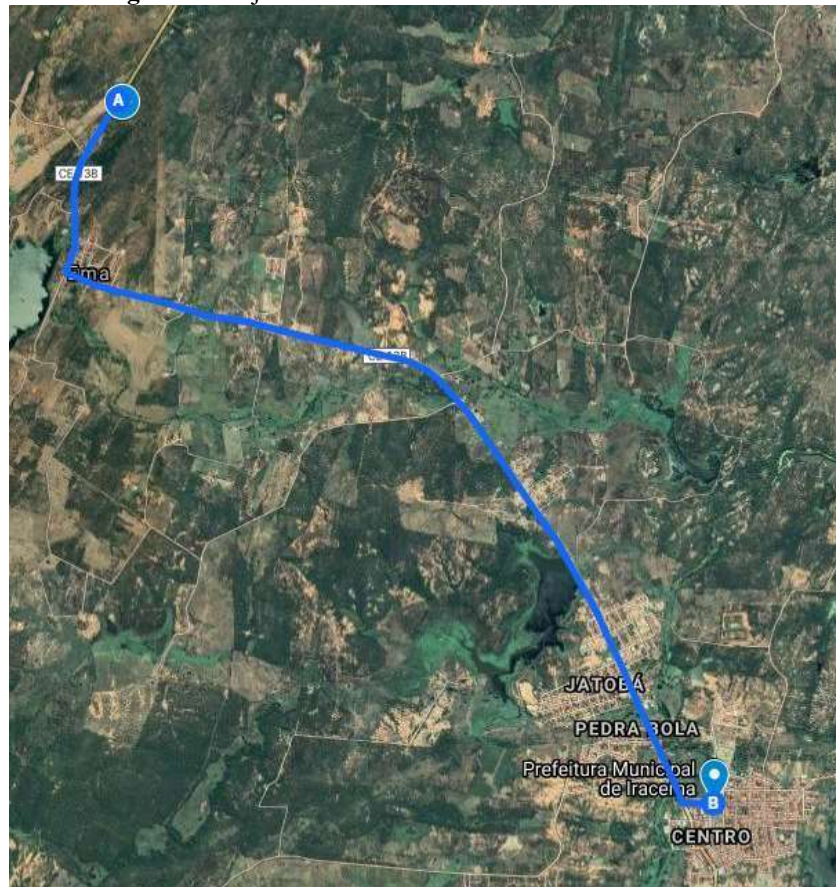
5.5.3.1. Estação de Transbordo

A ET no município de Iracema foi posicionada na seguinte coordenada, (-5.76636, -38.34219), estando na proximidade da Rodovia CE-138, sendo nesta via a ligação entre a ET e a cidade. Nas suas proximidades há residências isoladas, mas obedecendo a distância mínima imposta na resolução nº 094/2014 e a vegetação nativa facilitando a sua instalação. Devido ao volume semanal de rejeitos gerados pela cidade ser de 396,91m³ enquadra-se no intervalo de até 500m³ de rejeitos gerados cujo as dimensões necessárias do terreno é de 40 x 40m. Na Figura 8 pode-se ver a posição da ET.

5.5.3.2. Rotas

A distância entre a ET e o centro urbano é de aproximadamente 8 km, obedecendo a resolução nº 094/2014, tal que o percurso de carro segundo estimativas pode ser feito em cerca de 9 minutos em uma velocidade média de 50km/h. Devido o trajeto possuir pequenos núcleos populacionais e residências isoladas pode haver tráfego um pouco mais intenso na região gerando uma dificuldade no percurso. Na Figura 8 observa-se o possível trajeto entre a cidade e a ET.

Figura 8: Trajeto entre a ET e a cidade de Iracema.



Fonte: *Google Maps*, 2021.

A ligação entre a ET e o aterro sanitário é feita através das rodovias CE-138 e a CE-266, cuja distância entre os dois pontos é de 75km, com tempo estimado do trajeto de 1 hora percorrido com velocidade média de 50km/h. Devido a utilização de mais de uma rodovia, a condição de tráfego pode ser afetada negativamente em razão do aumento provável do número de veículos, principalmente de grandes cargas significativas como caminhões e carretas, podendo aumentar o tempo de percurso. A Figura 9 mostra o percurso entre a ET e o aterro sanitário.

Fonte: *Google Maps*, 2021.

Para escoar o volume de rejeitos gerados semanalmente pela cidade é necessário a cidade possuir 1 carreta de capacidade de 70m³, realizando 6 viagens durante a semana, uma no período na manhã outra no período da tarde. Desse modo sobraria dois dias em que não haveria o transporte. Podendo o veículo ocioso nesse período, ser realocados a municípios próximos para realizar o transporte dos rejeitos da localidade.

5.5.4. Manejo de Rejeitos - Potiretama

Para definir a forma de realização do manejo dos rejeitos inicialmente é necessário o posicionamento da ET, bem como definir as rotas de acesso com os centros urbanos e o aterro sanitário. Concluído essa etapa é possível saber a quantidade de caminhões necessário para o transporte e o número de viagens.

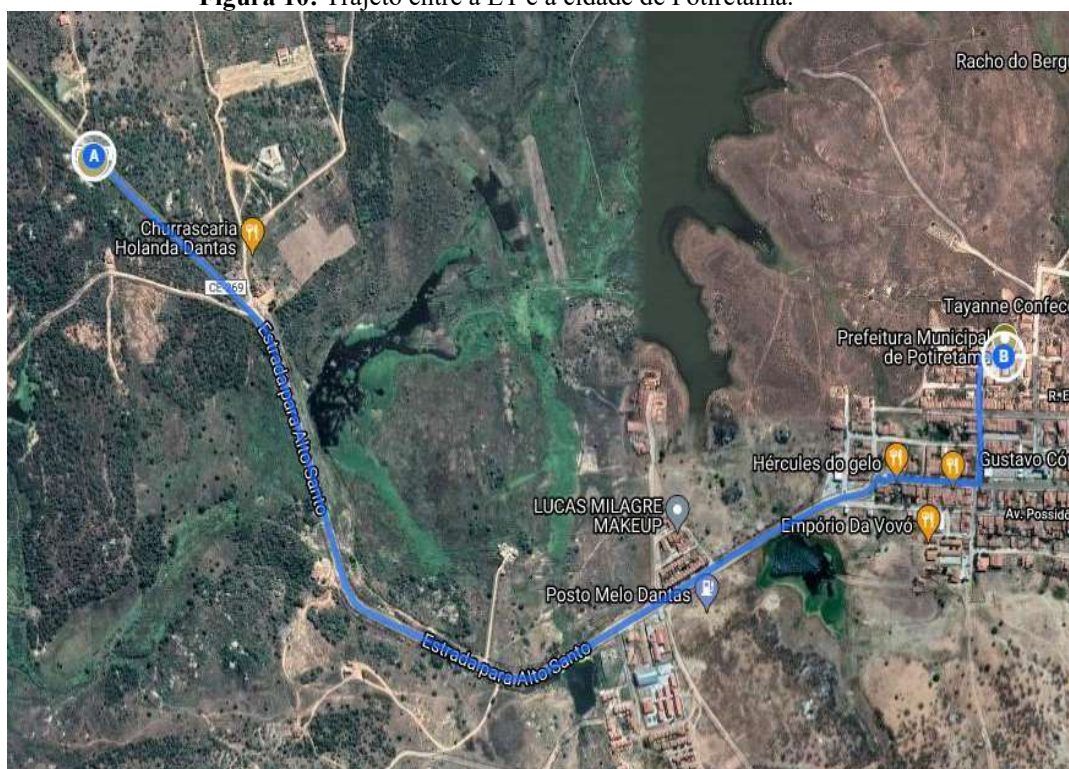
5.5.4.1. Estação de Transbordo

A ET no município de Potiretama foi posicionada na seguinte coordenada, (-5.71839, -38.17208), estando na proximidade da Rodovia CE-269, sendo nesta via a ligação entre a ET e a cidade. Nas suas proximidades há residências isoladas, mas obedecendo a distância mínima imposta na resolução nº 094/2014 e a vegetação nativa facilitando a sua instalação. Devido ao volume semanal de rejeitos gerados pela cidade ser de 190,31m³ enquadra-se no intervalo de até 500m³ de rejeitos gerados cujo as dimensões necessárias do terreno é de 40 x 40m. Na Figura 10 pode-se ver a posição da ET.

5.5.4.2. Rotas

A distância entre a ET e o centro urbano é de aproximadamente 3 km, obedecendo a resolução nº 094/2014, tal que o percurso de carro segundo estimativas pode ser feito em cerca de 4 minutos em uma velocidade média de 50km/h. Devido o trajeto possuir pequenos núcleos populacionais e residências isoladas pode haver tráfego um pouco mais intenso na região gerando uma dificuldade no percurso. Na Figura 10 observa-se o possível trajeto entre a cidade e a ET.

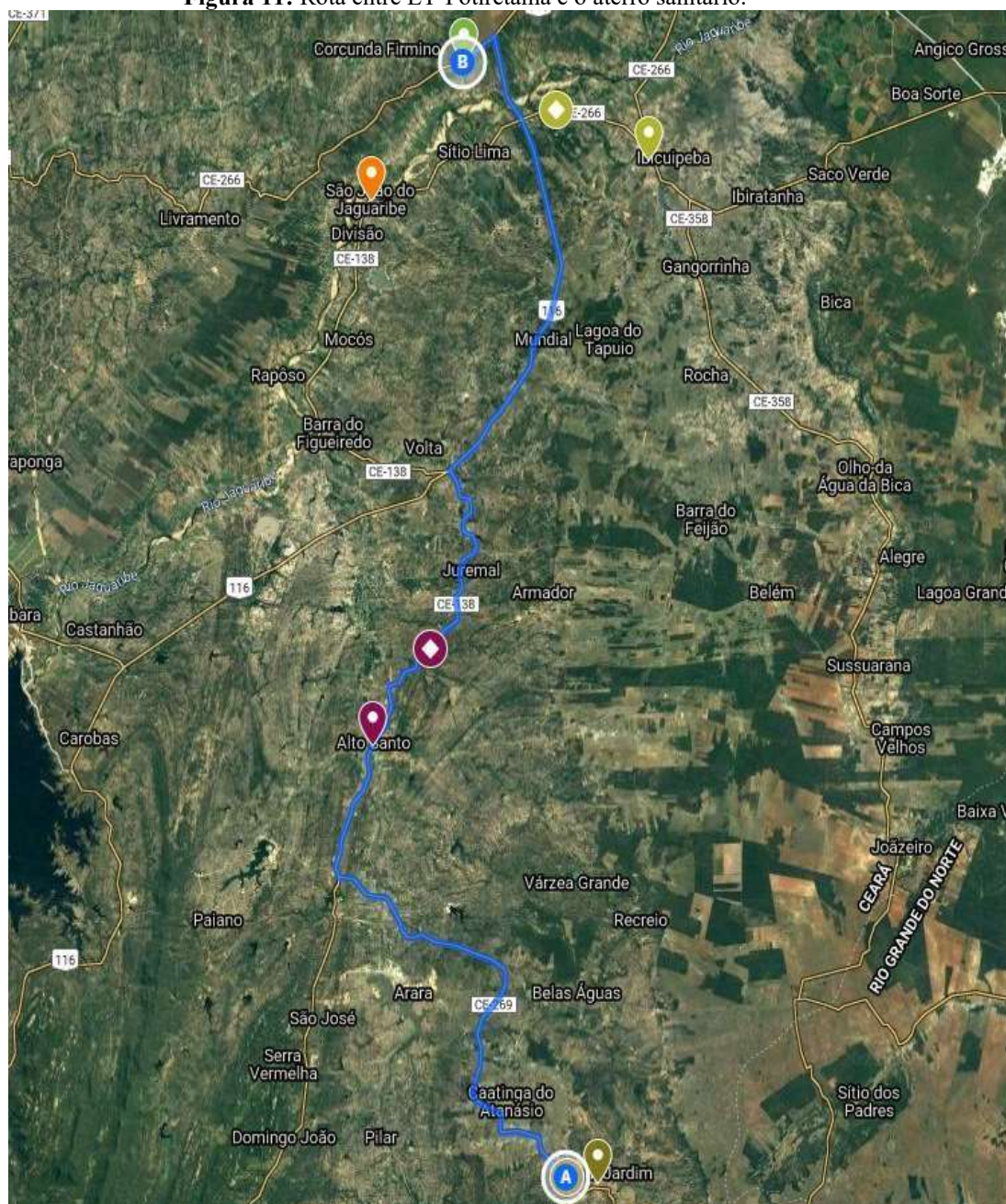
Figura 10: Trajeto entre a ET e a cidade de Potiretama.



Fonte: Google Maps, 2021.

A ligação entre a ET e o aterro sanitário é feita através das rodovias CE-269, BR - 116 e a CE-266, cuja distância entre os dois pontos é de 79km, com tempo estimado do trajeto de 1 hora percorrido com velocidade média de 50km/h. Devido a utilização de mais de uma rodovia, a condição de tráfego pode ser afetada negativamente em razão do aumento provável do número de veículos, principalmente de grandes cargas significativas como caminhões e carretas, podendo aumentar o tempo de percurso. A Figura 11 mostra o percurso entre a ET e o aterro sanitário.

Figura 11: Rota entre ET-Potiretama e o aterro sanitário.



Fonte: Google Maps, 2021.

Para escoar o volume de rejeitos gerados semanalmente pela cidade é necessário a cidade possuir 1 carreta de capacidade de 70m³, realizando 3 viagens durante a semana por período do dia. Desse modo sobraria três dias inteiros e meio expediente em que não haveria o transporte. Podendo o veículo ociosos nesse período, ser realocados a municípios próximos para realizar o transporte dos rejeitos da localidade.

5.5.5. Manejo de Rejeitos - Itaiçaba

Para definir a forma de realização do manejo dos rejeitos inicialmente é necessário o posicionamento da ET, bem como definir as rotas de acesso com os centros urbanos e o aterro sanitário. Concluído essa etapa é possível saber a quantidade de caminhões necessário para o transporte e o número de viagens.

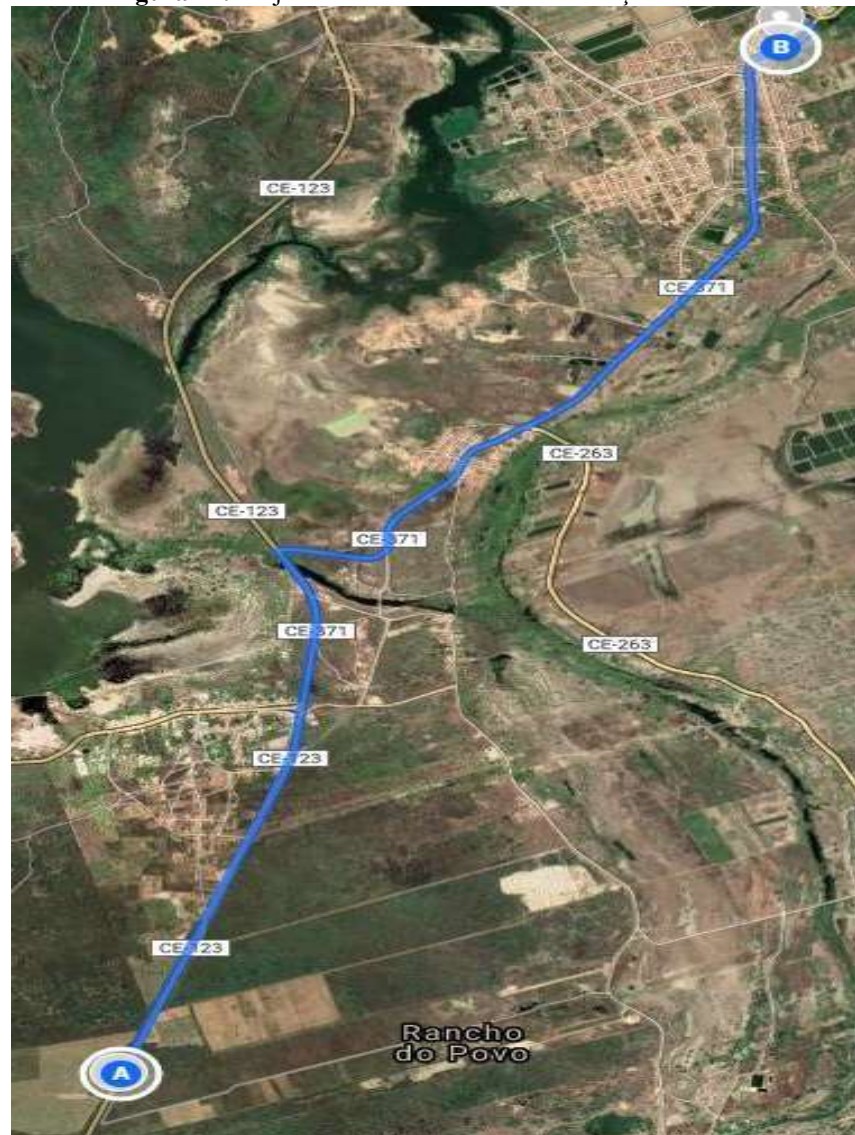
5.5.5.1. Estação de Transbordo

A ET no município de Itaiçaba foi posicionada na seguinte coordenada, (-4.73503, -37.84652), estando na proximidade da Rodovia CE-123, sendo esta via e a CE-371 As Rodovias de ligação entre a ET e a cidade. Nas suas proximidades há apenas vegetação nativa facilitando a sua instalação. Devido ao volume semanal de rejeitos gerados pela cidade ser de 200,43m³ enquadra-se no intervalo de até 500m³ de rejeitos gerados cujo as dimensões necessárias do terreno é de 40 x 40m. Na Figura 12 pode-se ver a posição da ET.

5.5.5.2. Rotas

A distância entre a ET e o centro urbano é de aproximadamente 9 km, obedecendo a resolução n° 094/2014, tal que o percurso de carro segundo estimativas pode ser feito em cerca de 11 minutos em uma velocidade média de 50km/h. Devido a densidade populacional ser maior apenas nas proximidades da cidade as condições de tráfego acabam por ser favorecidas possibilitando um trajeto sem grandes dificuldades. Na Figura 12 observa-se o possível trajeto entre a cidade e a ET.

Figura 12: Trajeto entre a ET e a cidade de Itaiçaba.



Fonte: *Google Maps*, 2021.

A ligação entre a ET e o aterro sanitário é feita através das rodovias CE-123, CE-263, BR - 116 e a CE-266, cuja distância entre os dois pontos é de 83km, com tempo estimado do trajeto de 1 hora percorrido com velocidade média de 50km/h. Devido a utilização de mais de uma rodovia, a condição de tráfego pode ser afetada negativamente em razão do aumento provável do número de veículos, principalmente de grandes cargas significativas como

5.5.6. Manejo de Rejeitos - Jaguaruana

Para definir a forma de realização do manejo dos rejeitos inicialmente é necessário o posicionamento da ET, bem como definir as rotas de acesso com os centros urbanos e o aterro sanitário. Concluído essa etapa é possível saber a quantidade de caminhões necessário para o transporte e o número de viagens.

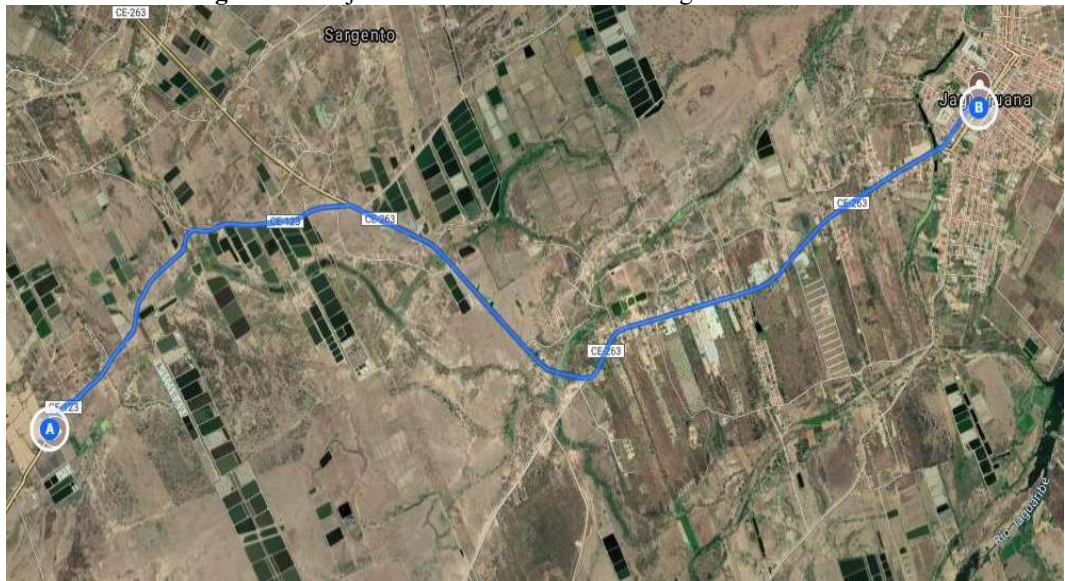
5.5.6.1. Estação de Transbordo

A ET no município de Jaguaruana foi posicionada na seguinte coordenada, (-4.86108, -37.85797), estando na proximidade da Rodovia CE-123, sendo esta via e a CE-263 As Rodovias de ligação entre a ET e a cidade. Nas suas proximidades há apenas vegetação nativa facilitando a sua instalação. Devido ao volume semanal de rejeitos gerados pela cidade ser de 1.103m³ enquadra-se no intervalo de 1.001 m³ à 3.000 m³ de rejeitos gerados cujo as dimensões necessárias do terreno é de 80 x 80m. Na Figura 14 pode-se ver a posição da ET.

5.5.6.2. Rotas

A distância entre a ET e o centro urbano é de aproximadamente 11 km, obedecendo a resolução nº 094/2014, tal que o percurso de carro segundo estimativas pode ser feito em cerca de 14 minutos em uma velocidade média de 80km/h. Devido a densidade populacional ser maior apenas nas proximidades da cidade as condições de tráfego acabam por ser favorecidas possibilitando um trajeto sem grandes dificuldades. Na Figura 14 observa-se o possível trajeto entre a cidade e a ET.

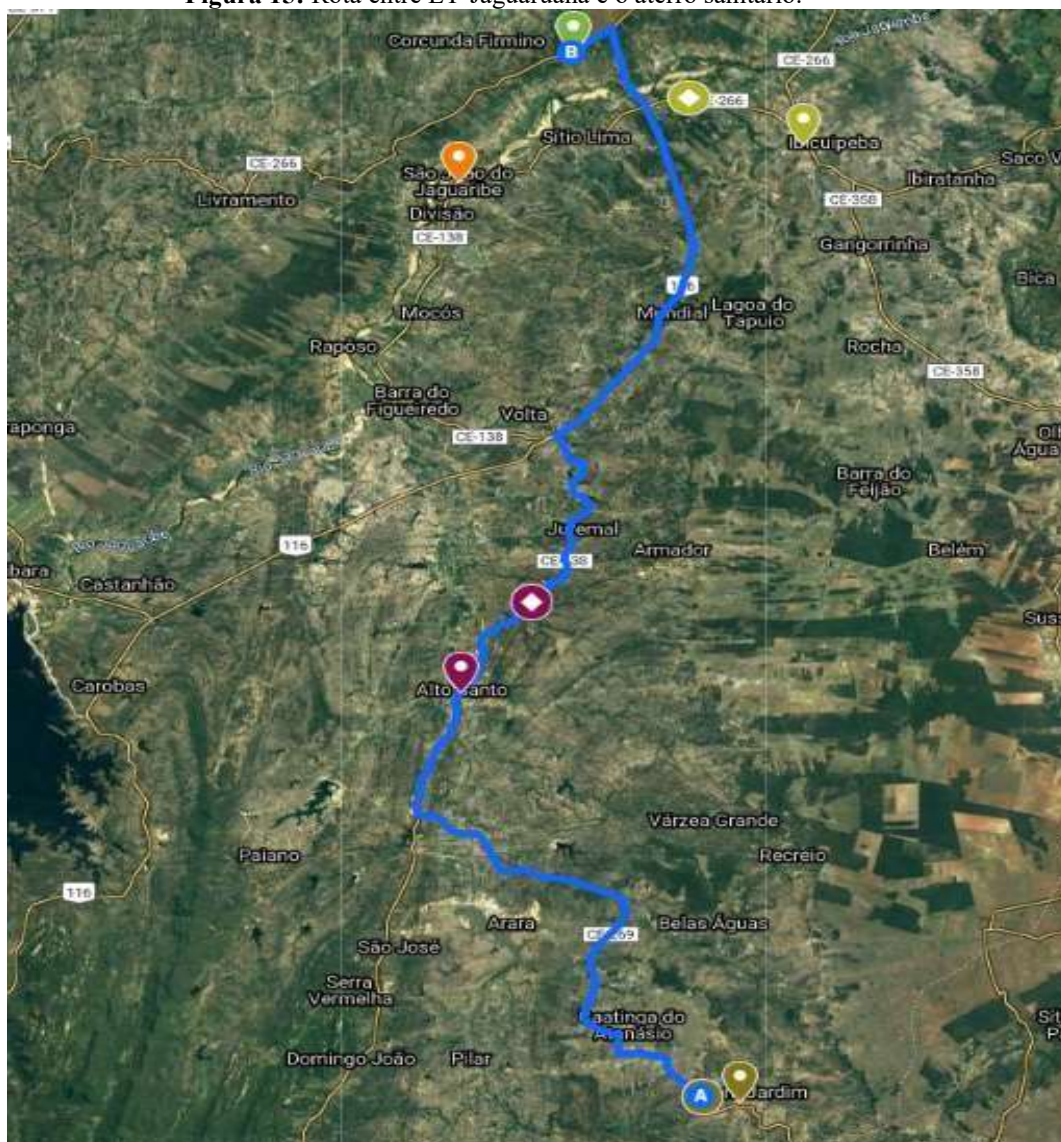
Figura 14: Trajeto entre a ET e a cidade de Jaguaruana.



Fonte: *Google Maps*, 2021.

A ligação entre a ET e o aterro sanitário é feita através das rodovias CE-123, CE-356, BR - 116 e a CE-266, cuja distância entre os dois pontos é de 61km, com tempo estimado do trajeto de 1 hora percorrido com velocidade média de 80km/h. Devido a utilização de mais de uma rodovia, a condição de tráfego pode ser afetada negativamente em razão do aumento provável do número de veículos, principalmente de grandes cargas significativas como caminhões e carretas, podendo aumentar o tempo de percurso. A Figura 15 mostra o percurso entre a ET e o aterro sanitário.

Figura 15: Rota entre ET-Jaguaruana e o aterro sanitário.



Fonte: Google Maps, 2021.

Para escoar o volume de rejeitos gerados semanalmente pela cidade é necessário a cidade possuir 2 carretas de capacidade de 70m^3 , totalizando um volume de 140m^3 , realizando 16 viagens ao total em que cada veículo realiza um trajeto por período do dia. Desse modo sobraria dois dias completos em que não haveria o transporte. Podendo o veículo ocioso nesse período, ser realocados a municípios próximos para realizar o transporte dos rejeitos da localidade.

5.5.7. Manejo de Rejeitos - Morada Nova

Para definir a forma de realização do manejo dos rejeitos inicialmente é necessário o posicionamento da ET, bem como definir as rotas de acesso com os centros urbanos e o aterro sanitário. Concluído essa etapa é possível saber a quantidade de caminhões necessário para o transporte e o número de viagens.

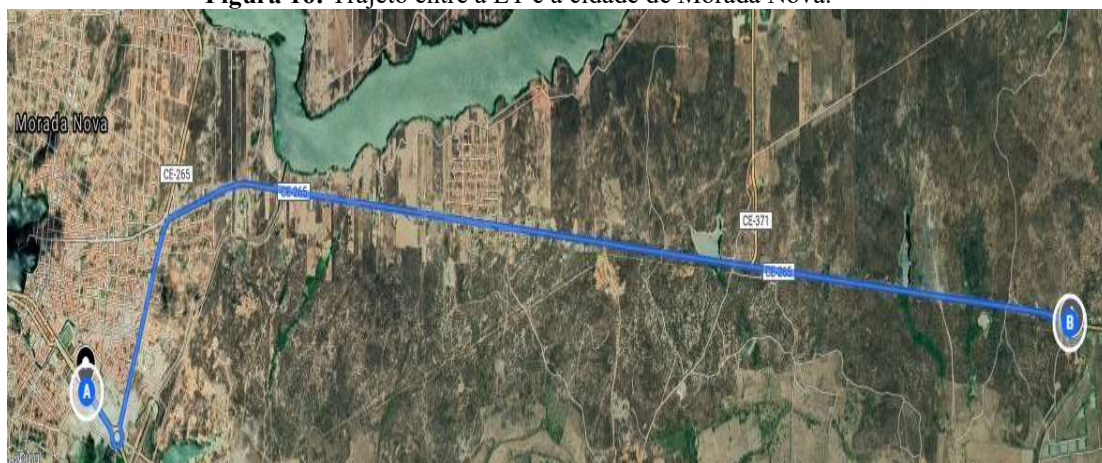
5.5.7.1. Estação de Transbordo

A ET no município de Jaguaruana foi posicionada na seguinte coordenada, (-5.1081, -38.27811), estando na proximidade da Rodovia CE-265, sendo a mesma e a Av. Manoel Castro Gomes de Andrade as via de ligação entre a ET e a cidade. Nas suas proximidades há apenas vegetação nativa facilitando a sua instalação. Devido ao volume semanal de rejeitos gerados pela cidade ser de 1.927,92m³ enquadra-se no intervalo de 1.001 m³ à 3.000 m³ de rejeitos gerados cujo as dimensões necessárias do terreno é de 80 x 80m. Na Figura 16 pode-se ver a posição da ET.

5.5.7.2. Rotas

A distância entre a ET e o centro urbano é de aproximadamente 11 km, obedecendo a resolução nº 094/2014, tal que o percurso de carro segundo estimativas pode ser feito em cerca de 10 minutos em uma velocidade média de 50km/h. Devido a densidade populacional ser maior apenas nas proximidades da cidade as condições de tráfego acabam por ser favorecidas possibilitando um trajeto sem grandes dificuldades. Na Figura 16 observa-se o possível trajeto entre a cidade e a ET.

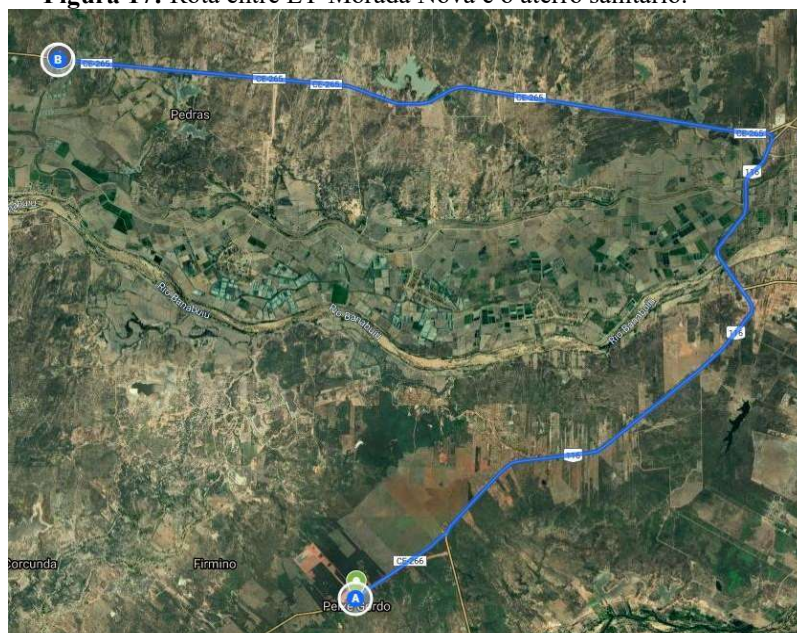
Figura 16: Trajeto entre a ET e a cidade de Morada Nova.



Fonte: *Google Maps*, 2021.

A ligação entre a ET e o aterro sanitário é feita através das rodovias CE-266, BR - 116 e a CE-265, cuja distância entre os dois pontos é de 29km, com tempo estimado do trajeto de 29 minutos percorrido com velocidade média de 50km/h. Devido a utilização de mais de uma rodovia, a condição de tráfego pode ser afetada negativamente em razão do aumento provável do número de veículos, principalmente de grandes cargas significativas como caminhões e carretas, podendo aumentar o tempo de percurso. A Figura 17 mostra o percurso entre a ET e o aterro sanitário.

Figura 17: Rota entre ET-Morada Nova e o aterro sanitário.



Fonte: *Google Maps*, 2021.

Para escoar o volume de rejeitos gerados semanalmente pela cidade é necessário a cidade possuir 4 carretas de capacidade de 70m^3 , totalizando um volume de 280m^3 , realizando 28 viagens ao total realizando em dois períodos do dia. Desse modo não haverá veículos ociosos na localidade.

5.5.8. Manejo de Rejeitos - Palhano

Para definir a forma de realização do manejo dos rejeitos inicialmente é necessário o posicionamento da ET, bem como definir as rotas de acesso com os centros urbanos e o aterro sanitário. Concluído essa etapa é possível saber a quantidade de caminhões necessário para o transporte e o número de viagens.

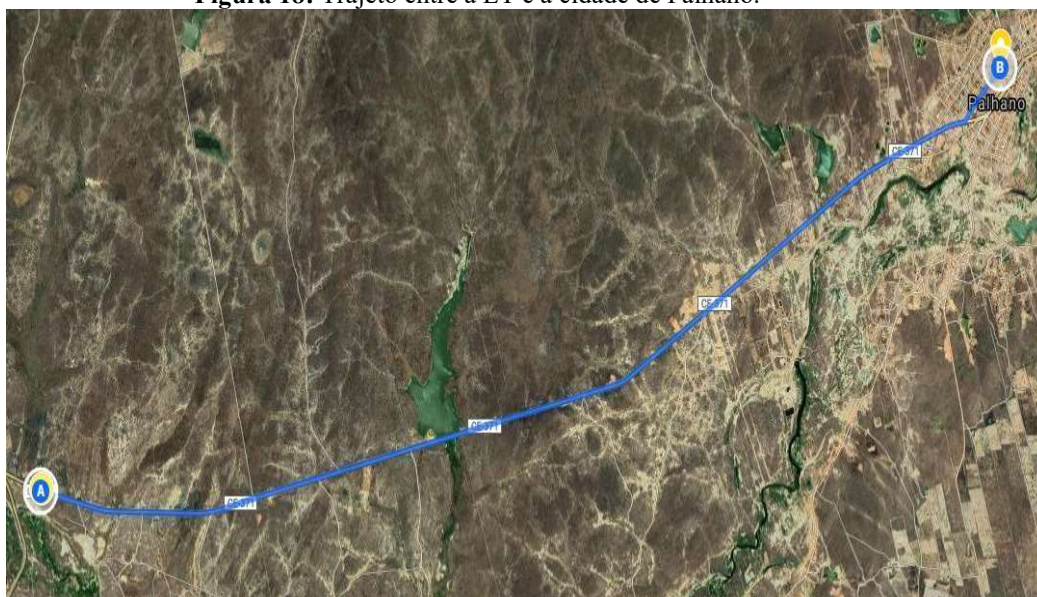
5.5.8.1. Estações de Transbordo

A ET no município de Palhano foi posicionada na seguinte coordenada, (-4.77287, -38.04702), estando na proximidade da Rodovia CE-371, sendo esta via de ligação entre a ET e a cidade. Nas suas proximidades há apenas vegetação nativa facilitando a sua instalação. Devido ao volume semanal de rejeitos gerados pela cidade ser de $305,88\text{m}^3$ enquadra-se no intervalo de até 500m^3 de rejeitos gerados cujo as dimensões necessárias do terreno é de $40 \times 40\text{m}$. Na Figura 18 pode-se ver a posição da ET.

5.5.8.2. Rotas

A distância entre a ET e o centro urbano é de aproximadamente 10 km, obedecendo a resolução nº 094/2014, tal que o percurso de carro segundo estimativas pode ser feito em cerca de 10 minutos em uma velocidade média de 50km/h . Devido a densidade populacional ser maior apenas nas proximidades da cidade as condições de tráfego acabam por ser favorecidas possibilitando um trajeto sem grandes dificuldades. Na Figura 18 observa-se o possível trajeto entre a cidade e a ET.

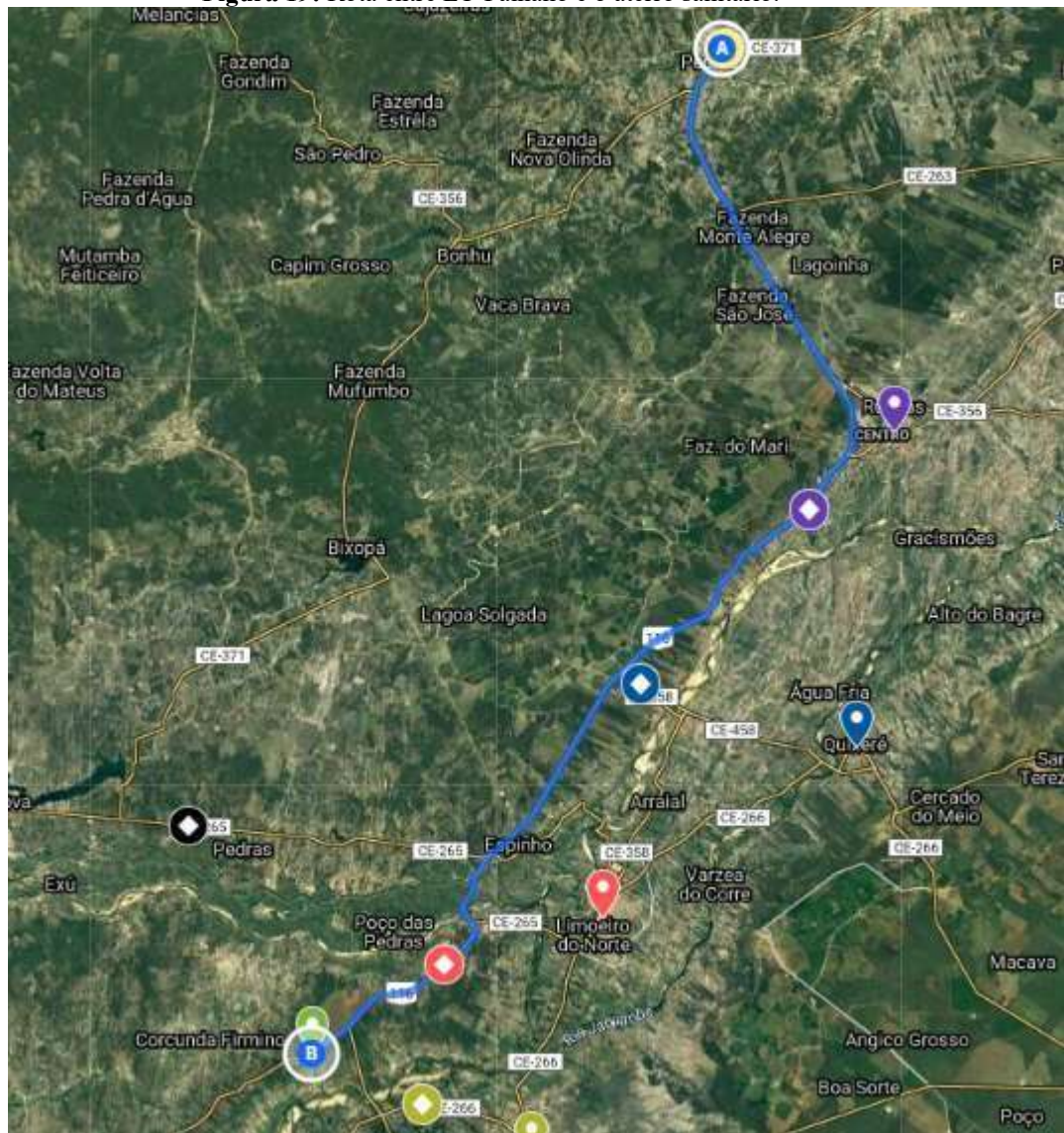
Figura 18: Trajeto entre a ET e a cidade de Palhano.



Fonte: *Google Maps*, 2021.

A ligação entre a ET e o aterro sanitário é feita através das rodovias CE-371, BR - 116 e a CE-266, cuja distância entre os dois pontos é de 64km, com tempo estimado do trajeto de 53 minutos percorrido com velocidade média de 50km/h. Devido a utilização de mais de uma rodovia, a condição de tráfego pode ser afetada negativamente em razão do aumento provável do número de veículos, principalmente de grandes cargas significativas como caminhões e carretas, podendo aumentar o tempo de percurso. A Figura 19 mostra o percurso entre a ET e o aterro sanitário.

Figura 19: Rota entre ET-Palhano e o aterro sanitário.



Fonte: Google Maps, 2021.

Para escoar o volume de rejeitos gerados semanalmente pela cidade é necessário a cidade possuir 1 carreta de capacidade de $70m^3$, realizando 5 viagens ao total realizando uma no período na manhã outra no período da tarde. Desse modo sobraria dois dias completos e um meio expediente do veículo, em que não haveria o transporte. Podendo o veículo ocioso nesse período, ser realocados a municípios próximos para realizar o transporte dos rejeitos da localidade.

5.5.9. Manejo de Rejeitos - Quixeré

Para definir a forma de realização do manejo dos rejeitos inicialmente é necessário o posicionamento da ET, bem como definir as rotas de acesso com os centros urbanos e o aterro sanitário. Concluído essa etapa é possível saber a quantidade de caminhões necessário para o transporte e o número de viagens.

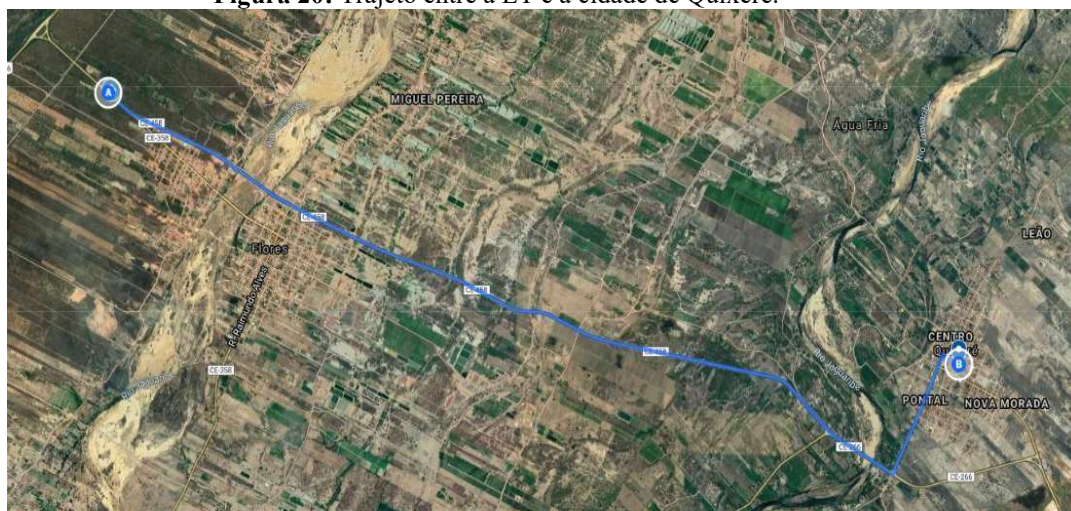
5.5.9.1. Estações de Transbordo

A ET no município de Quixeré foi posicionada na seguinte coordenada (-5.04748, -38.08262), estando na proximidade da Rodovia CE-358, sendo nesta via a ligação entre a ET e a cidade. Nas suas proximidades há apenas vegetação nativa facilitando a sua instalação. Devido ao volume semanal de rejeitos gerados pela cidade ser de 685,17m³ enquadra-se no intervalo de 501m³ a 1.000m³ de rejeitos gerados cujo as dimensões necessárias do terreno é de 50 x 50m. Na Figura 20 pode-se ver a posição da ET.

5.5.9.2. Rotas

A distância entre a ET e o centro urbano é de aproximadamente 12 km, obedecendo a resolução nº 094/2014, tal que o percurso de carro segundo estimativas pode ser feito em cerca de 12 minutos em uma velocidade média de 50km/h. Devido o trajeto possuir pequenos núcleos populacionais e residências isoladas pode haver tráfego um pouco mais intenso na região gerando uma dificuldade no percurso. Na Figura 20 observa-se o possível trajeto entre a cidade e a ET.

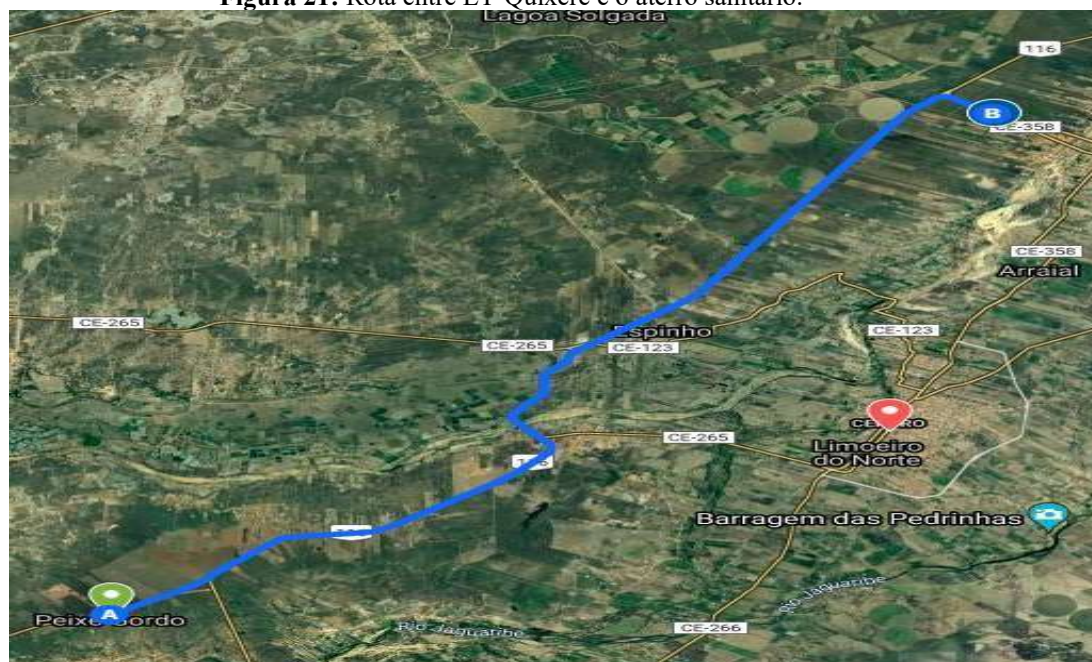
Figura 20: Trajeto entre a ET e a cidade de Quixeré.



Fonte: Google Maps, 2021.

A ligação entre a ET e o aterro sanitário é feita através das rodovias CE-358, BR-116 e a CE-266, cuja distância entre os dois pontos é de 26km, com tempo estimado do trajeto de 22 minutos percorrido com velocidade média de 80km/h. Devido a utilização de mais de uma rodovia, a condição de tráfego pode ser afetada negativamente em razão do aumento provável do número de veículos, principalmente de grandes cargas significativas como caminhões e carretas, podendo aumentar o tempo de percurso. A Figura 21 mostra o percurso entre a ET e o aterro sanitário.

Figura 21: Rota entre ET-Quixeré e o aterro sanitário.



Fonte: Google Maps, 2021.

Para escoar o volume de rejeitos gerados semanalmente pela cidade é necessário a cidade possuir 1 carretas de capacidade de 70m³, realizando 10 viagens durante a semana, uma no período na manhã outra no período da tarde. Desse modo sobraria dois dias completos, em que não haveria o transporte. Podendo os dois veículos ociosos nesse período, ser realocados a municípios próximos para realizar o transporte dos rejeitos da localidade.

5.5.10. Manejo de Rejeitos - Russas

Para definir a forma de realização do manejo dos rejeitos inicialmente é necessário o posicionamento da ET, bem como definir as rotas de acesso com os centros urbanos e o aterro sanitário. Concluído essa etapa é possível saber a quantidade de caminhões necessário para o transporte e o número de viagens.

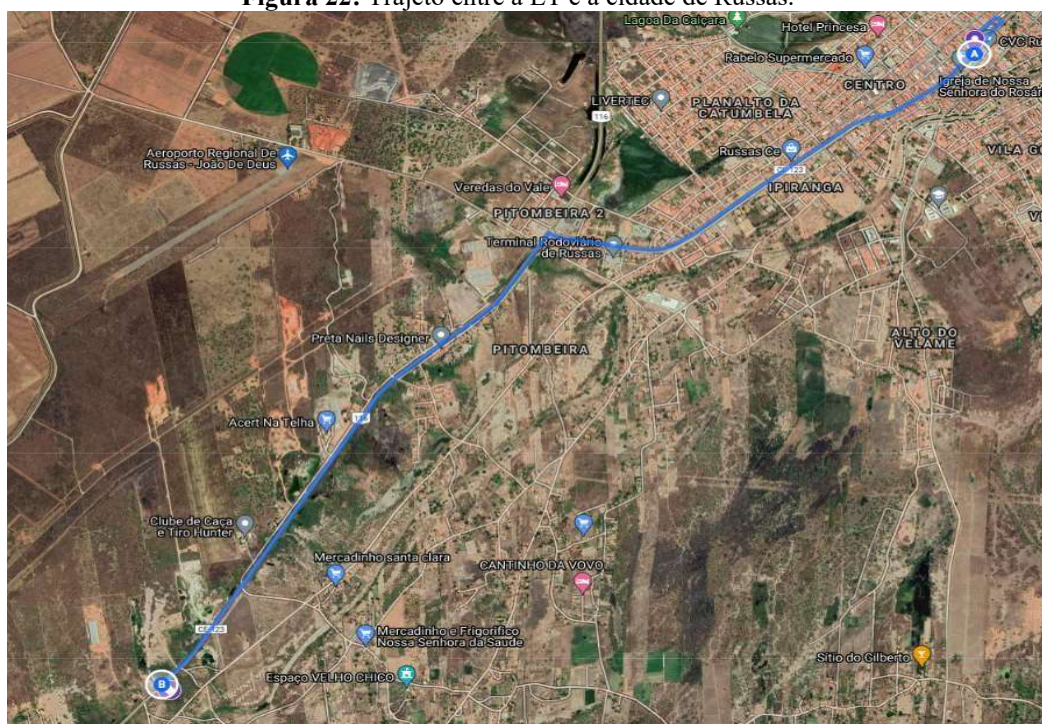
5.5.10.1. Estações de Transbordo

A ET no município de Russas foi posicionada na seguinte coordenada (-4.97225, -38.0099), estando na proximidade da Rodovia BR-116, sendo esta e a CE- 123 as vias de ligação entre a ET e a cidade. Nas suas proximidades há apenas vegetação nativa facilitando a sua instalação. Devido ao volume semanal de rejeitos gerados pela cidade ser de 3.494,43m³ enquadra-se no intervalo de acima 3.200m³ de rejeitos gerados cujo as dimensões necessárias do terreno é de 90 x 90m. Na Figura 22 pode-se ver a posição da ET.

5.5.10.2. Rotas

A distância entre a ET e o centro urbano é de aproximadamente 6 km, obedecendo a resolução nº 094/2014, tal que o percurso de carro segundo estimativas pode ser feito em cerca de 1 minutos em uma velocidade média de 50km/h. Devido o trajeto possuir pequenos núcleos populacionais e residências isoladas pode haver tráfego um pouco mais intenso na região gerando uma dificuldade no percurso. Na Figura 22 observa-se o possível trajeto entre a cidade e a ET.

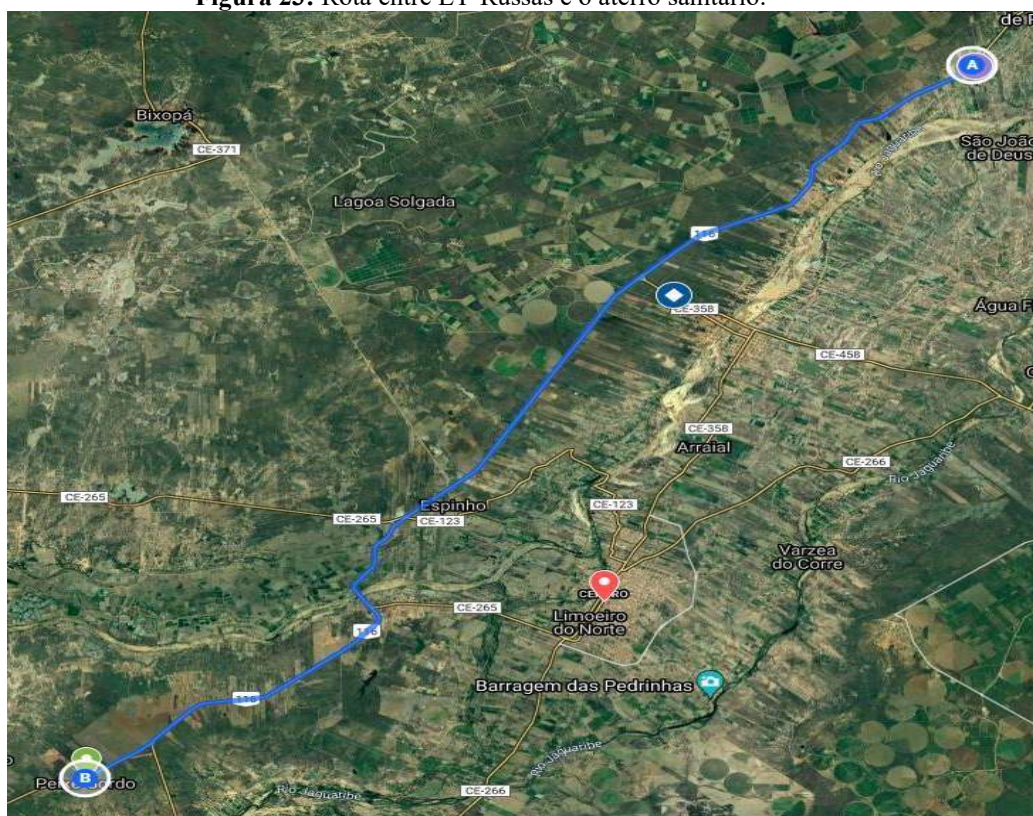
Figura 22: Trajeto entre a ET e a cidade de Russas.



Fonte: *Google Maps*, 2021.

A ligação entre a ET e o aterro sanitário é feita através das rodovias BR-116 e a CE-266, cuja distância entre os dois pontos é de 38km, com tempo estimado do trajeto de 30 minutos percorrido com velocidade média de 50km/h. Devido a utilização de mais de uma rodovia, a condição de tráfego pode ser afetada negativamente em razão do aumento provável do número de veículos, principalmente de grandes cargas significativas como caminhões e carretas, podendo aumentar o tempo de percurso. A Figura 23 mostra o percurso entre a ET e o aterro sanitário.

Figura 23: Rota entre ET-Russas e o aterro sanitário.



Fonte: Google Maps (2021)

Para escoar o volume de rejeitos gerados semanalmente pela cidade é necessário a cidade possuir 5 carretas de capacidade de 70m^3 , totalizando um volume de 350m^3 , realizando 25 viagens ao total em que um veículo realizaria 10 viagens sendo feito rotas uma no período na manhã outra no período da tarde. Desse modo não haverá veículos ociosos na localidade.

5.5.11. Manejo de Rejeitos - Limoeiro do Norte

Para definir a forma de realização do manejo dos rejeitos inicialmente é necessário o posicionamento da ET, bem como definir as rotas de acesso com os centros urbanos e o aterro sanitário. Concluído essa etapa é possível saber a quantidade de caminhões necessário para o transporte e o número de viagens.

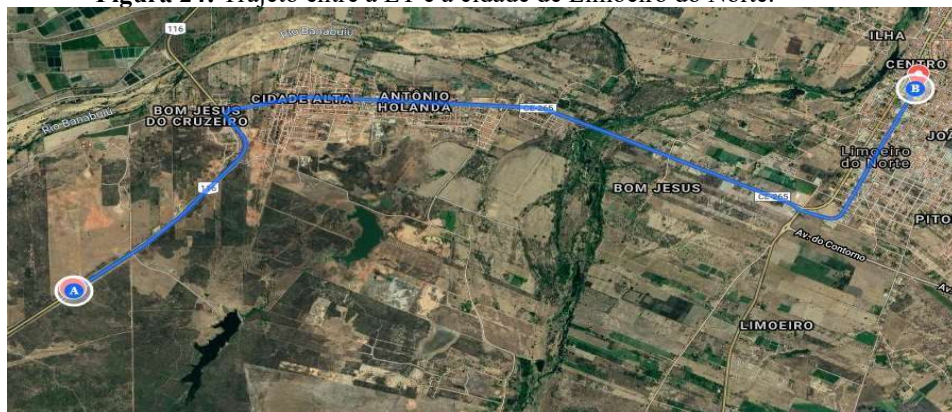
5.5.11.1. Estação de Transbordo

A ET no município de Limoeiro do Norte foi posicionada na seguinte coordenada, (-5.16823, -38.1677), estando na proximidade da Rodovia BR-116, sendo esta e a via CE- 263 as Rodovias de ligação entre a ET e a cidade. Nas suas proximidades há apenas vegetação nativa facilitando a sua instalação. Devido ao volume semanal de rejeitos gerados pela cidade ser de 2.394,59m³ enquadra-se no intervalo de 1.001 m³ à 3.000 m³ de rejeitos gerados cujo as dimensões necessárias do terreno é de 80 x 80m. Na Figura 24 pode-se ver a posição da ET.

5.5.11.2. Rotas

A distância entre a ET e o centro urbano é de aproximadamente 10 km, obedecendo a resolução n° 094/2014, tal que o percurso de carro segundo estimativas pode ser feito em cerca de 12 minutos em uma velocidade média de 50km/h. Devido o trajeto possuir pequenos núcleos populacionais e residências isoladas pode haver tráfego um pouco mais intenso na região gerando uma dificuldade no percurso. Na Figura 24 observa-se o possível trajeto entre a cidade e a ET.

Figura 24: Trajeto entre a ET e a cidade de Limoeiro do Norte.

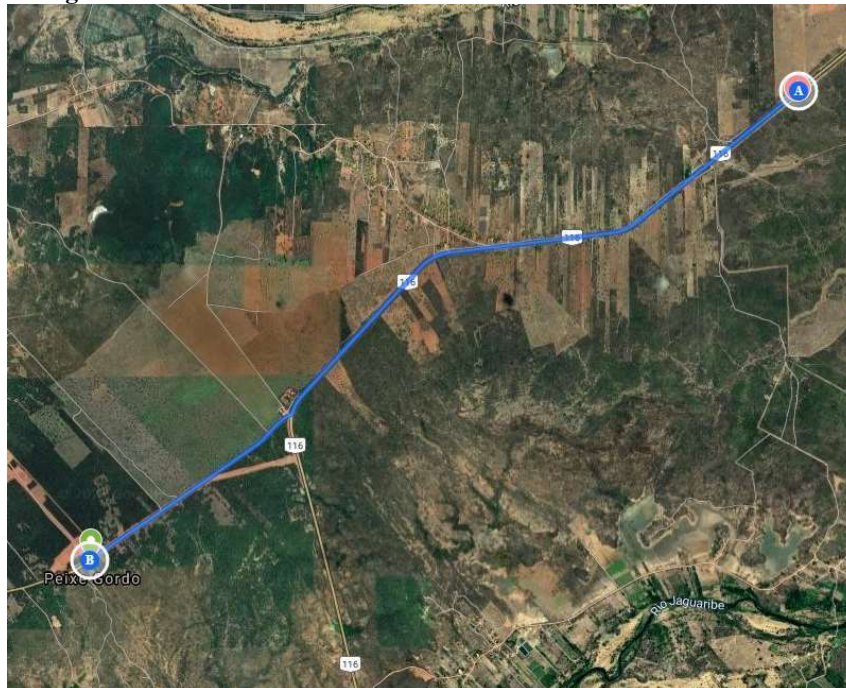


Fonte: Google Maps, 2021.

A ligação entre a ET e o aterro sanitário é feita através das rodovias BR-116 e a CE-266, cuja distância entre os dois pontos é de 8km, com tempo estimado do trajeto de 6 minutos percorrido com velocidade média de 50km/h. Devido a utilização de mais de uma rodovia, a condição de tráfego pode ser afetada negativamente em razão do aumento provável do número de veículos, principalmente de grandes cargas significativas como caminhões e

carretas, podendo aumentar o tempo de percurso. A Figura 25 mostra o percurso entre a ET e o aterro sanitário.

Figura 25: Rota entre ET-Limoeiro do Norte e o aterro sanitário.



Fonte: *Google Maps*, 2021.

Para escoar o volume de rejeitos gerados semanalmente pela cidade é necessário a cidade possuir 5 carretas de capacidade de 70m^3 , totalizando um volume de 350m^3 , realizando 35 viagens ao total em que se pode realizar rotas nos dois períodos do dia. Devido a totalidade do uso das carretas não há possibilidade de compartilhamento dos mesmos.

5.5.12. Manejo de Rejeitos - São João do Jaguaribe

Para definir a forma de realização do manejo dos rejeitos inicialmente é necessário o posicionamento da ET, bem como definir as rotas de acesso com os centros urbanos e o aterro sanitário. Concluído essa etapa é possível saber a quantidade de caminhões necessário para o transporte e o número de viagens.

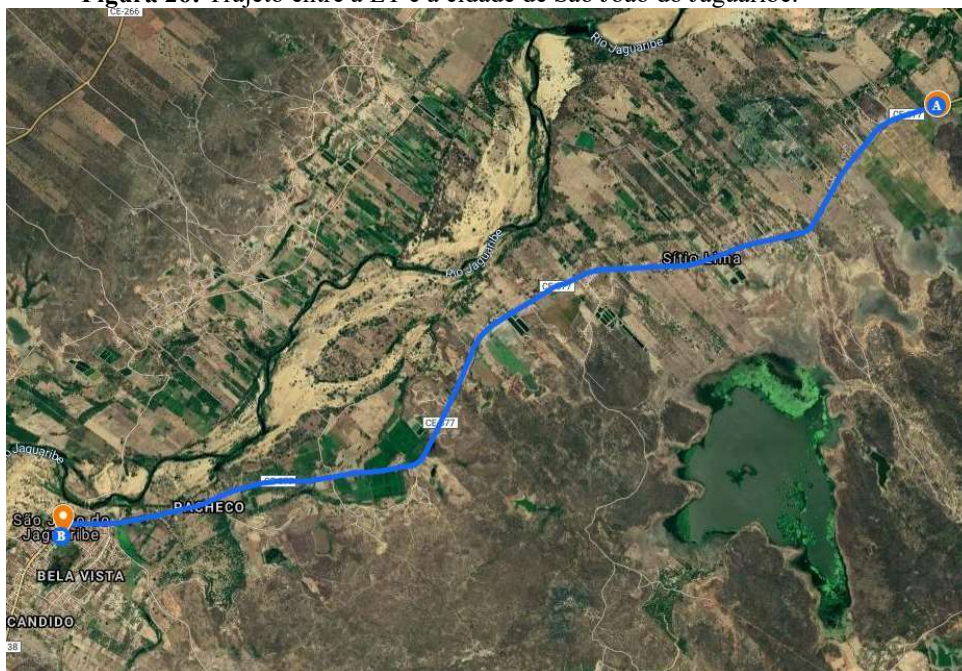
5.5.12.1. Estação de Transbordo

A ET no município de São João de Jaguaribe foi posicionada na seguinte coordenada, (-5.2348, -38.19991), estando na proximidade da Rodovia CE-377 sendo estas a via de ligação entre a ET e a cidade. Nas suas proximidades há apenas vegetação nativa facilitando a sua instalação. Devido ao volume semanal de rejeitos gerados pela cidade ser de 149,23m³ enquadra-se no intervalo de até a 500m³ de rejeitos gerados cujo as dimensões necessárias do terreno é de 40 x 40m. Na Figura 26 pode-se ver a posição da ET.

5.5.12.2. Rotas

A distância entre a ET e o centro urbano é de aproximadamente 10 km, obedecendo a resolução n° 094/2014, tal que o percurso de carro segundo estimativas pode ser feito em cerca de 10 minutos em uma velocidade média de 50km/h. Devido o trajeto possuir pequenos núcleos populacionais e residências isoladas pode haver tráfego um pouco mais intenso na região gerando uma dificuldade no percurso. Na Figura 26 observa-se o possível trajeto entre a cidade e a ET.

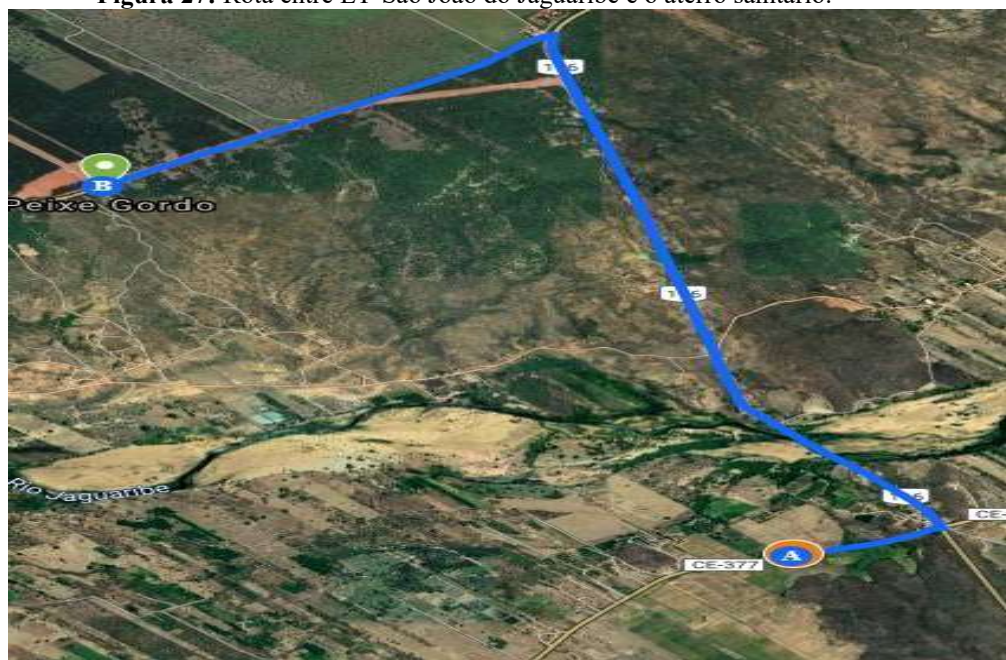
Figura 26: Trajeto entre a ET e a cidade de São João do Jaguaribe.



Fonte: Google Maps, 2021.

A ligação entre a ET e o aterro sanitário é feita através das rodovias BR-116, CE-377 e a CE-266 cuja distância entre os dois pontos é de 8km, com tempo estimado do trajeto de 7 minutos percorrido com velocidade média de 50km/h. Devido a utilização de mais de uma rodovia, a condição de tráfego pode ser afetada negativamente em razão do aumento provável do número de veículos, principalmente de grandes cargas significativas como caminhões e carretas, podendo aumentar o tempo de percurso. A Figura 27 mostra o percurso entre a ET e o aterro sanitário.

Figura 27: Rota entre ET-São João do Jaguaribe e o aterro sanitário.



Fonte: *Google Maps*, 2021.

Para escoar o volume de rejeitos gerados semanalmente pela cidade é necessário a cidade possuir 1 carreta de capacidade de 70m³, realizando 3 viagens ao total podendo ser realizada em dois períodos do dia.

5.5.13. Manejo de Rejeitos Tabuleiro do Norte

Para definir a forma de realização do manejo dos rejeitos inicialmente é necessário o posicionamento da ET, bem como definir as rotas de acesso com os centros urbanos e o aterro sanitário. Concluído essa etapa é possível saber a quantidade de caminhões necessário para o transporte e o número de viagens.

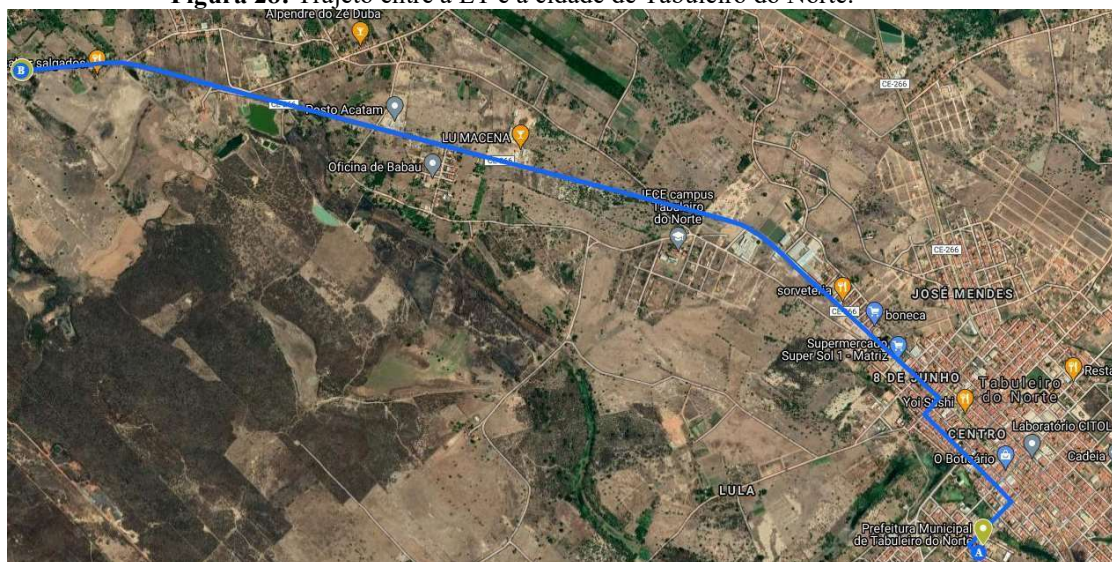
5.5.13.1. Estação de Transbordo

A ET no município de Tabuleiro do Norte foi posicionada na seguinte coordenada, (-5.2284, -38.17717), estando na proximidade da Rodovia CE-266, sendo esta de ligação entre a ET e a cidade. Nas suas proximidades há apenas vegetação nativa facilitando a sua instalação. Devido ao volume semanal de rejeitos gerados pela cidade ser de 1.169,77m³ enquadra-se no intervalo de 1.001 m³ à 3.000 m³ de rejeitos gerados cujo as dimensões necessárias do terreno é de 80 x 80m. Na Figura 28 pode-se ver a posição da ET.

5.5.13.2. Rotas

A distância entre a ET e o centro urbano é de aproximadamente 7km, obedecendo a resolução n° 094/2014, tal que o percurso de carro segundo estimativas pode ser feito em cerca de 9 minutos em uma velocidade média de 50km/h. Devido o trajeto possuir pequenos núcleos populacionais e residências isoladas pode haver tráfego um pouco mais intenso na região gerando uma dificuldade no percurso. Na Figura 28 observa-se o possível trajeto entre a cidade e a ET.

Figura 28: Trajeto entre a ET e a cidade de Tabuleiro do Norte.

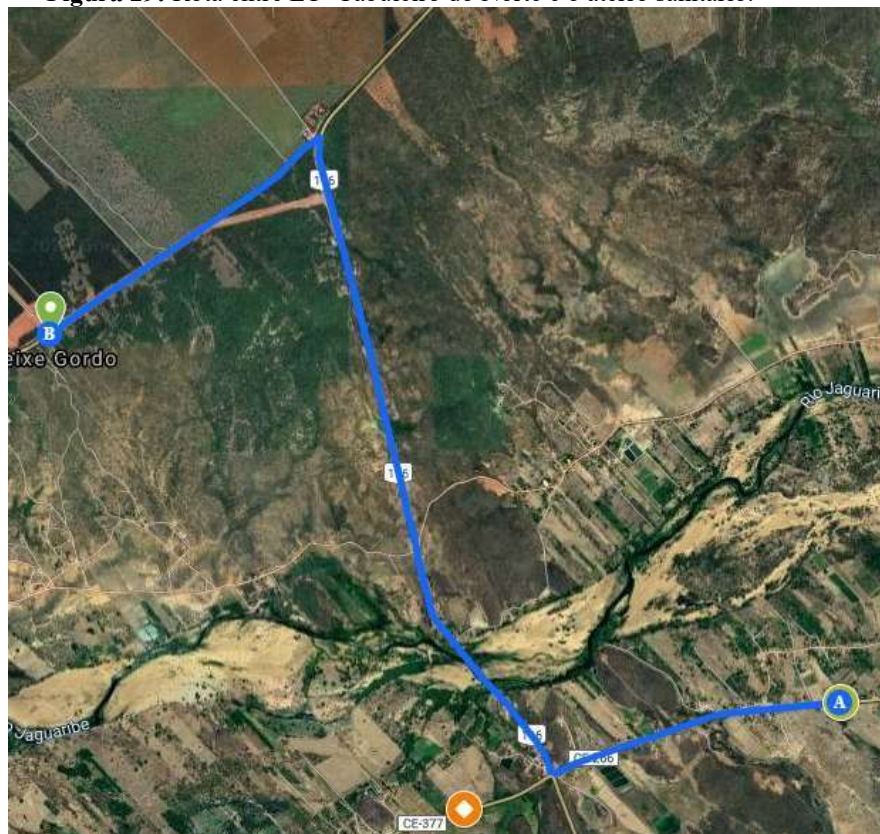


Fonte: Google Maps, 2021.

A ligação entre a ET e o aterro sanitário é feita através das rodovias CE-266 cuja distância entre os dois pontos é de 9km, com tempo estimado do trajeto de 8 minutos percorrido com velocidade média de 50km/h. Devido a rota fazer parte de dois entroncamentos e com núcleos populacionais, a condição de tráfego pode ser afetada

negativamente em razão do aumento provável do número de veículos, principalmente de grandes cargas significativas como caminhões e carretas, podendo aumentar o tempo de percurso. A Figura 29 mostra o percurso entre a ET e o aterro sanitário.

Figura 29: Rota entre ET- Tabuleiro do Norte e o aterro sanitário.



Fonte: Google Maps, 2021.

Para escoar o volume de rejeitos gerados semanalmente pela cidade é necessário a cidade possuir 3 carretas de capacidade de 70m^3 , totalizando um volume de 350m^3 , realizando 18 viagens ao total em que se pode realizar rotas nos dois períodos do dia. Devido a totalidade do uso das carretas não há possibilidade de compartilhamento dos mesmos.

5.5.14. CALENDÁRIO DE ROTAS E COMPARTILHAMENTO DE VEÍCULOS

O calendário de rotas se faz necessário para uma organização dos veículos na sua chegada ao aterro levando em conta a diferença de tempo entre eles e seu percurso. Facilitando assim na composição dos municípios que realizam o compartilhamento de veículos para realização das rotas.

5.5.14.1. Compartilhamento de Veículos

Definido a quantidade de rotas e a quantidade de carretas necessárias para se fazer o transporte dos rejeitos, procurou-se compatibilizar os municípios disponíveis em compartilhar seus veículos com a proximidade entre as regiões chegando à resolução ilustrado na Tabela 7.

Tabela 7:Número de rotas e veículos compartilhados.

Municípios	Número de Viagens	Veículos Necessários	Veículos Compartilhados
Alto Santo	16	2	1 próprio + 1 veículo Iracema
Ereré	3	1	1 veículo Potiretama
Iracema	6	1	1 próprio
Potiretama	3	1	1 veículo próprio
Itaiçaba	3	1	1 veículo próprio
Jaguaruana	16	2	Frota própria
Morada Nova	28	4	Frota própria
Palhano	5	1	1 veículo Itaiçaba
Quixeré	10	1	1 Veículo próprio
Russas	25	5	Frota própria
Limoeiro do Norte	35	5	Frota própria
São João do Jaguaribe	3	1	Frota própria
Tabuleiro do Norte	18	3	Frota própria
Total	171	26	

Fonte: *Autoria Própria* (2021)

Assim o município de Iracema compartilha seu veículo com o município de Alto Santo, da mesma forma Potiretama divide sua carreta com o município de Ereré e Itaiçaba realiza o compartilhamento com a cidade de Palhano.

O número de carretas por período varia de acordo com o volume de rejeitos a ser escoado, podendo conter um, dois ou três veículos. Nos municípios de Ereré, Iracema, Potiretama, Itaiçaba, Quixeré, Palhano e São João do Jaguaribe há apenas um veículo por rota. Já nas localidades de limoeiro do Norte e Russas usa-se 3 veículos por rota, nas demais cidades usa-se dois veículos.

Por possuírem um número maior de rotas, maior volume de rejeito semanal ou por fatores de distanciamento os municípios de Jaguaruana, Morada Nova, Russas, Limoeiro do Norte, São João do Jaguaribe e Tabuleiro do Norte não se tem a possibilidade de realizar o compartilhamento da frota, resultando em frota total do Consórcio de 26 veículos.

A principal preocupação em compatibilizar e compartilhar as carretas foi no intuito de não se comprar novos veículos que acabariam por ficar subutilizados, visto que considerável parcela das cidades pertencentes ao Consórcio possui pequenas populações e consequentemente menor poderio financeiro.

5.5.14.2. Calendário de Rotas Semanal

Depois de realizado a compatibilização dos veículos elaborou-se o calendário semanal das rotas. Divididos em dois turnos, manhã e tarde, divididas em duas equipes distintas. O fracionamento do horário foi definido a cada trinta minutos, com a finalidade de se evitar possíveis encontros das carretas no aterro sanitário ao mesmo tempo com relação ao tempo de viagem, visto que, o tempo de viagem na maioria das cidades está situado entre 30 minutos e 1 hora. Definição dos dias e horários para as rotas esta ilustrada no Quadro 3.

Quadro 3: Número de rotas e veículos compartilhados.

	Calendário de Rotas Semanais				
Horários	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
7h	Iracema	Iracema	Iracema	Alto Santo	Alto Santo
7h 30min	Iracema	Iracema	Potiretama	Potiretama	Potiretama
8h	Itaíçaba	Itaíçaba	Itaíçaba	Palhano	Palhano
8h 30min	Quixeré	Quixeré	Quixeré	Quixeré	Quixeré
9h	Jaguaruana	Jaguaruana	Jaguaruana	Jaguaruana	Jaguaruana
9h 30min	Jaguaruana	Morada Nova	Morada Nova	Morada Nova	Morada Nova
10h	Morada Nova	Morada Nova	Morada Nova	Morada Nova	Morada Nova
10h 30min	Russas	Russas	Russas	Russas	Russas
11h	Russas	Russas	Russas	Russas	Russas
11h 30min	Russas	Russas	São João do Jaguaribe	São João do Jaguaribe	São João do Jaguaribe
12h	Tabuleiro do Norte	Tabuleiro do Norte	Tabuleiro do Norte	Tabuleiro do Norte	Tabuleiro do Norte
13h	Alto Santo	Alto Santo	Iracema	Alto Santo	Alto Santo
13h 30min	Alto Santo	Alto Santo	Eréré	Eréré	Eréré
14h	Palhano	Palhano	Palhano	Quixeré	Quixeré
14h 30min	Quixeré	Quixeré	Quixeré	Jaguaruana	Jaguaruana
15h	Morada Nova	Morada Nova	Morada Nova	Morada Nova	Morada Nova
15h 30min	Russas	Russas	Russas	Russas	Russas
16h	Tabuleiro do Norte	Tabuleiro do Norte	Tabuleiro do Norte	Tabuleiro do Norte	Limoeiro do Norte
16h 30min	Limoeiro do Norte	Limoeiro do Norte	Limoeiro do Norte	Limoeiro do Norte	Limoeiro do Norte
17h	Limoeiro do Norte	Limoeiro do Norte	Limoeiro do Norte	Limoeiro do Norte	Limoeiro do Norte
17h 30min	Limoeiro do Norte	Limoeiro do Norte	Limoeiro do Norte	Limoeiro do Norte	Limoeiro do Norte
18h	Limoeiro do Norte				

Fonte: Autoria Própria, 2021.

Desse modo tem-se o plano geral simplificado definido todo o processo de manejo resumido para cada cidade nos Quadros resumo de 4 a 16.

Quadro 4: Quadro resumo plano básico cidade Alto Santo.

Alto Santo						
Capacidade da ET (m³)	Volume de rejeitos (m³)	Nº de Viagens	Veículos	Compartilhamento de Veículos	Dias	Horários
1.058	936,41	16	2	1 próprio + 1 veículo Iracema	Quinta	7h / 13h
					Sexta	7h / 13h
					Segunda	13h / 16h 30min
					Terça	13h / 16h 30min

Fonte: Autoria Própria, 2021.

Quadro 5: Quadro resumo plano básico cidade Ereré.

Ereré						
Capacidade da ET (m³)	Volume de rejeitos (m³)	Nº de Viagens	Veículos	Compartilhamento de Veículos	Dias	Horários
512	168,16	3	1	1 veículo Potiretama	Quarta	13h 30min
					Quinta	13h 30min
					Sexta	13h 30min

Fonte: Autoria Própria, 2021.

Quadro 6: Quadro resumo plano básico cidade Iracema.

Iracema						
Capacidade da ET (m³)	Volume de rejeitos (m³)	Nº de Viagens	Veículos	Compartilhamento de Veículos	Dias	Horários
512	396,91	6	1	próprio	Segunda	7h / 8h
					Terça	7h / 8h
					Quarta	7h / 13h

Fonte: Autoria Própria, 2021.

Quadro 7: Quadro resumo plano básico cidade Potiretama.

Potiretama						
Capacidade da ET (m³)	Volume de rejeitos (m³)	Nº de Viagens	Veículos	Compartilhamento de Veículos	Dias	Horários
512	190,31	3	1	próprio	Quarta	7h 30min
					Quinta	7h 30min
					Sexta	7h 30min

Fonte: Autoria Própria, 2021.

Quadro 8: Quadro resumo plano básico cidade Itaíçaba.

Itaíçaba						
Capacidade da ET (m³)	Volume de rejeitos (m³)	Nº de Viagens	Veículos	Compartilhamento de Veículos	Dias	Horários
512	200,45	3	1	próprio	Segunda	7h 30min
					Terça	7h 30min
					Quarta	8h

Fonte: Autoria Própria, 2021.

Quadro 9: Quadro resumo plano básico cidade Jaguaruana.

Jaguaruana						
Capacidade da ET (m³)	Volume de rejeitos (m³)	Nº de Viagens	Veículos	Compartilhamento de Veículos	Dias	Horários
3.200	1.103	16	2	Frota própria	Segunda	9h / 10h
					Terça	9h / 10h
					Quarta	9h / 10h
					Quinta	9h/ 10h/ 14h 30min
					Sexta	9h/ 10h/ 14h 30min

Fonte: Autoria Própria, 2021.

Quadro 10: Quadro resumo plano básico cidade Morada Nova.

Morada Nova						
Capacidade da ET (m³)	Volume de rejeitos (m³)	Nº de Viagens	Veículos	Compartilhamento de Veículos	Dias	Horários
3.200	1.927,92	28	4	Frota própria	Segunda	9h 30 min / 15h
					Terça	9h 30 min / 15h
					Quarta	9h 30 min / 15h
					Quinta	9h 30 min / 15h
					Sexta	9h 30 min / 15h

Fonte: Autoria Própria, 2021.

Quadro 11: Quadro resumo plano básico cidade Palhano.

Palhano						
Capacidade da ET (m³)	Volume de rejeitos (m³)	Nº de Viagens	Veículos	Compartilhamento de Veículos	Dias	Horários
512	305,88	5	1	1 veículo itaiçaba	Segunda	14h
					Terça	14h
					Quarta	14h
					Quinta	8h
					Sexta	8h

Fonte: Autoria Própria, 2021.

Quadro 12: Quadro resumo plano básico cidade Quixeré.

Quixeré						
Capacidade da ET (m³)	Volume de rejeitos (m³)	Nº de Viagens	Veículos	Compartilhamento de Veículos	Dias	Horários
1.058	685,17	10	1	1 Veículo próprio	Segunda	8h 30min / 14h 30min
					Terça	8h 30min / 14h 30min
					Quarta	8h 30min / 14h 30min
					Quinta	8h 30min / 14h
					Sexta	8h 30min / 14h

Fonte: Autoria Própria, 2021.

Quadro 13: Quadro resumo plano básico cidade Russas.

Russas						
Capacidade da ET (m³)	Volume de rejeitos (m³)	Nº de Viagens	Veículos	Compartilhamento de Veículos	Dias	Horários
4.050	3.494,43	25	5	Frota própria	Segunda	10h 30min / 11h 30min / 12h / 15h 30min
					Terça	10h 30min / 11h 30min / 12h / 15h 30min
					Quarta	10h 30min / 11h 30min / 15h 30min
					Quinta	10h 30min / 11h 30min / 15h 30min
					Sexta	10h 30min / 11h 30min / 15h 30min

Fonte: Autoria Própria, 2021.

Quadro 14: Quadro resumo plano básico cidade Limoeiro do Norte.

Limoeiro do Norte						
Capacidade da ET (m³)	Volume de rejeitos (m³)	Nº de Viagens	Veículos	Compartilhamento de Veículos	Dias	Horários
3.200	2.394,59	35	5	Frota própria	Segunda	17h / 17h 30min / 18h
					Terça	17h / 17h 30min
					Quarta	16h 30min / 17h / 17h 30min
					Quinta	16h 30min / 17h / 17h 30min
					Sexta	16h 30min / 17h / 17h 30min

Fonte: *Autoria Própria*, 2021.**Quadro 15:** Quadro resumo plano básico cidade São João do Jaguaribe.

São João do Jaguaribe						
Capacidade da ET (m³)	Volume de rejeitos (m³)	Nº de Viagens	Veículos	Compartilhamento de Veículos	Dias	Horários
512	149,23	3	1	1 Veículo próprio	Quarta	11h
					Quinta	11h
					Sexta	11h

Fonte: *Autoria Própria*, 2021.**Quadro 16:** Quadro resumo plano básico cidade Tabuleiro do Norte.

Tabuleiro do Norte						
Capacidade da ET (m³)	Volume de rejeitos (m³)	Nº de Viagens	Veículos	Compartilhamento de Veículos	Dias	Horários
3.200	1.169,77	18	3	Frota própria	Segunda	11h / 16h
					Terça	11h / 16h
					Quarta	12h / 16h
					Quinta	12h / 16h
					Sexta	12h / 16h

Fonte: *Autoria Própria*, 2021.

5.6 ANÁLISE DA MATRIZ *SWOT* (FOFA)

De posse dos resultados e de uma visão global sobre o Consórcio realiza-se uma avaliação crítica utilizando a ferramenta de matriz *SWOT*, pontuando tópicos a fim potencializar as forças, trabalhar sobre pontos fracos, aproveitar as oportunidades e monitorar as possíveis ameaças.

Apesar da análise ser maneira geral do Consórcio, elas influenciam diretamente no Plano de gerenciamento básico em discussão neste trabalho. Na Figura 30 está ilustrada a matriz *SWOT* desenvolvida com os tópicos para a discussão.

Figura 30: Matriz de Análise *SWOT*.



Fonte: *Autoria Própria*, 2021.

5.6.1 Forças

Analisando primeiramente o ponto sobre as forças, o plano de gestão e operação é de grande importância para automatizar os processos em que os mesmos ocorram de sistemática, minimizando possíveis falhas e facilitando no processo de tomadas de decisões rápidas quando os problemas ocorrem.

Devido ao Consórcio já possuir um plano de gestão facilita o ingresso e implementação de outros planos e iniciativas de diversas áreas como a implementação do plano básico de gerenciamento de rejeitos, pauta deste trabalho, como também promover ações de educação ambiental e a coleta seletiva.

Vale salientar que se o gerenciamento do Consórcio funciona com falhas, todos os demais processos e planos subsequentes irão apresentar falhas de variados níveis, prejudicando a qualidade do serviço prestado.

O corpo técnico será responsável por colocar em prática as ideias e planos do gerenciamento coordenando toda a operação do Consórcio, assim a contratação de pessoal deve se basear exclusivamente nas qualificações requeridas nas suas respectivas áreas de atuação.

Desse modo a redução de gastos será uma consequência das práticas tomadas pelo Consórcio, pois além de ter os custos repartidos dentre os consorciados, os gastos tendem a diminuir quando suas decisões perante os problemas enfrentados são tomadas e embasadas em caráter técnico, confirmando de acordo com Ventura e Suquizaqui (2020).

A fiscalização em um empreendimento desse porte se faz necessário não com a finalidade de apenas observar se determinado colaborador ou equipe está trabalhando, mas também verificar a qualidade dos serviços executados e se os mesmos estão sendo feitos sobre as normas vigentes, evitando receber notificações ou multa por órgãos reguladores locais.

A cobrança pelo serviço se cobrado é um ponto a ser valorizado e a ser comemorado pois em suma alguns consórcios desse tipo acabam por não fazer essa cobrança por rejeito depositado no aterro o que acaba que ao longo prazo interferir nos serviços prestados podendo desde cair a qualidade dos mesmos e até mesmo interromper o seu funcionamento.

Porém, de nada adianta realizar a cobrança pelo serviço se ele acaba por ser executado erroneamente, por exemplo depositar no aterro sanitário materiais passíveis de reciclagem e ou reutilização, pois além de esgotar mais rapidamente a capacidade do aterro, os custos incididos sobre todo o trajeto desde sua coleta até a deposição aumentam, projetando perdas

considerais ao Consórcio no longo prazo, sendo indicado a implementação de um plano de coleta seletiva em cada município.

5.6.2 Fraquezas

Um dos principais problemas enfrentados por obras públicas acaba por ser a sua implementação em razão da burocracia atrelada. Normalmente o tempo de execução de projetos públicos é extenso devido aos trâmites licitatórios, alvarás de licenciamento ambiental junto a órgãos reguladores locais como secretarias de meio ambiente e as superintendências estaduais. Outro problema atrelado a obras públicas é referente a empresas que ganham o processo licitatório para executar a obra, mas executam de forma lenta ou fora das normas, e, algumas vezes, até abandonam a execução, fazendo que se tenha que realizar outra licitação, atrasando ainda mais o tempo de implantação (MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, DESENVOLVIMENTO E GESTÃO, 2017).

Esse atraso de etapas prejudica o funcionamento pleno do Consórcio, pois mesmo que se tenha a infraestrutura e a logística de veículos para o transporte de rejeitos, é imperativo que o aterro sanitário esteja liberado para o recebimento de materiais. Se isso não ocorrer, o resultado será a deposição inadequada dos resíduos em todos os municípios consorciados, estendendo o tempo dos problemas incididos na população como ao meio ambiente.

Outro ponto a se observar é a falta ou as poucas parcerias existentes, que atualmente se referem apenas ao firmamento de acordos com as empresas locais de reciclagem, algo que poderia ser revisto e incentivado a cooperativas de artesanato com o uso de materiais recicláveis. Que a partir de um plano de coleta seletiva pode vir a surgir novos mercados nessa área, fazendo movimentar mais a economia local além de contribuir para o funcionamento do aterro sanitário de forma correta.

Um grande fator de cuidado ao Consórcio é devido a uma parte significativa dos consorciados ser municípios de pequeno porte, visto que cinco dos 13 participantes possuem população abaixo de 10.000 habitantes mostrando um desequilíbrio econômico considerável, confirmando de acordo com Ventura e Suquizaqui (2020).

Devido esses municípios possuir economias significativamente menores, faz com que os investimentos nos mesmos podem vir a ser maiores relacionados a infraestrutura mão de obra e insumos. Adverte-se que uma demora de implementação do Consórcio pode ocasionar frequentes dúvidas sobre a permanência ou não desses municípios em questão.

5.6.3 Oportunidades

Com as circunstâncias econômicas atuais qualquer incentivo realizado, seja governamental ou não, deve ser aproveitado. Buscando melhorar tanto os índices estaduais como também se adequar a PNRS, o governo estadual segundo relatório da Agência Reguladora do Estado Ceará (ARCE), elaborou um estudo de regionalização do estado.

Sendo concebido de forma a elaborar e dividir a maioria dos consórcios municipais, chegando a um total de 16. Vale salientar que em algumas dessas localidades o governo estadual é responsável pelo repasse de verbas para elaboração das obras como aterro sanitário (CEARÁ, 2020).

Dessa forma se a região consegue melhorar seus índices de crescimento aliados ao desenvolvimento, possibilita que surja novos mercados, principalmente na área de serviços para atender demandas antes não existentes, movimentando a economia. Outro aspecto que se evita é uma diminuição demográfica, pois faz com que os munícipes se fixem nas suas cidades de origem evitando um êxodo para região metropolitana de Fortaleza ou para outros estados confirmando com a análise de Ventura e Suquisiqui (2020).

Segundo Ceará (2020), dos 16 consórcios citados no estudo apenas dois possuem investimentos projetados ou realizados para a construção de todas as instalações de infraestrutura do consórcio que são, CMR, Central Municipal de Reciclagem ou de Resíduos, CTR, Central de Tratamento de Resíduos e as ETR, Estações de Transbordo. No momento o Consorcio encontra-se com a construção do CTR paralisada e que ainda não há a elaboração das outras instalações.

Assim se o Consórcio Vale do Jaguaribe conseguir minimizar o tempo de implantação da sua gestão e demonstrar seu funcionamento de maneira técnica e otimizada, servirá de modelo de implantação a ser seguido pelos demais consórcios como sinônimo de sucesso na execução de todos os seus planos facilitando ainda mais a adesão da população pelas novas práticas exigidas.

5.6.4 Ameaças

Uma das grandes ameaças periodicamente que existirá ao Consórcio são as mudanças de gestões municipais a cada novo pleito. Visto que essa mudança frequente corrobora para a instabilidade e a permanência desses municípios no Consórcio podendo gerar um aumento dos custos para os outros consorciados.

Com a redução de membros os custos aumentam, e influenciam direta e indiretamente sobre os veículos e equipamentos. Como ilustrado nesse trabalho existem em alguns municípios o compartilhamento desses veículos e a saída de um desses municípios que realizam essa prática desorganiza todo o projeto e dimensionamento do plano básico de rejeitos proposto.

O aumento de custo também está relacionado com a depreciação e manutenção dos equipamentos e veículos, visto que em aparatos públicos normalmente não se vê manutenções preventivas fazendo com que o equipamento exaure seu funcionamento até sua parada, prejudicando a cadeia de serviços.

Por mais que se instale e execute todos os planos de gerenciamento e operação do Consórcio em sua maior eficiência, se não existir uma educação sanitária para a população, pois ela é o ponto de partida para que toda ação possa ter sucesso. As instalações serão utilizadas de maneira incorreta podendo provocar atrasos em sua fase de triagem e uma superlotação de rejeitos nas ET e no aterro sanitário, por exemplo.

Assim, é preciso que a população tenha o entendimento do porquê de tais práticas e como o Consórcio os beneficia não só economicamente, como também ambientalmente, preservando áreas de proteção e mananciais de água, melhorando os índices sanitários e, conseqüentemente, de saúde da região, engajando a sua colaboração.

Sendo uma grande saída realizar um plano de educação sanitária antes da implementação efetiva do Consórcio, possibilitando a todos entender toda a dinâmica do gerenciamento.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho consistiu na elaboração do Plano de Gerenciamento Básico de Rejeitos do Consórcio de Gestão Integrada Vale do Jaguaribe, bem como da análise por meio da matriz *SWOT*, a partir da preocupação com o processo logístico de transporte de rejeitos entre as cidades e o aterro sanitário localizado no município de Limoeiro do Norte. A importância da realização desse estudo está ligada ao melhoramento dos processos executados durante o gerenciamento do Consórcio, como também à manutenção da vida útil do aterro sanitário prevista em projeto.

Assim pode-se concluir que os objetivos pontuados no trabalho foram atingidos com sucesso, otimizando as rotas, o número de veículos utilizados bem como o compartilhamento dos mesmos, as ET foram dimensionadas e colocadas em locais estratégicos observando as particularidades de cada município. Tornando a integração do plano básico de gerenciamento de rejeitos de maneira fácil e otimizada com o Consórcio de Gestão Integrada Vale do Jaguaribe.

Tendo em vista que o pleno funcionamento do Plano de Gerenciamento Básico de Rejeitos e, conseqüentemente, das atividades do Consórcio, dependem em grande parte do manejo adequado dos resíduos, recomenda-se a elaboração de trabalhos futuros como um Plano de Coleta Seletiva para todos os municípios. Assim, um maior número de trabalhos técnico-científicos voltados ao Consórcio auxiliará para o êxito do processo executivo, proporcionando o retorno técnico esperado da universidade para com a população.

REFERÊNCIAS

Abrelpe (São Paulo). **PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL 2020**. 17. ed. São Paulo: Abrelpe, 2020. 52 p. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 20 mar. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação**. 2 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2004. 71 p.

BIOMAS - ENGENHARIA E CONSULTORIA (Ceará). **Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos dos 13 municípios que compõe o Consórcio de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos: vale do Jaguaribe (cgirs-vj)**. Crato: Biomas - Engenharia e Consultoria, 2020. 379 p.

BRASIL. Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, Brasília, 2010.

BRASIL. Lei no 14.026, de 15 de julho de 2020, atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Diário Oficial da União, Brasília, 2020.

BRASIL. Governo Federal. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Novo Marco de Saneamento é sancionado e garante avanços para o País**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/transito-e-transportes/2020/07/novo-marco-de-saneamento-e-sancionado-e-garante-avancos-para-o-pais>. Acesso em: 14 mar. 2021.

CEARÁ. ARCE. **CONSORCIAMENTO PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO ESTADO DO CEARÁ**. Fortaleza: Arce, 2020. 53 p. Disponível em: <https://www.arce.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/53/2018/11/Pesquisa-Consórcios-CE-vf-10-08.pdf>. Acesso em: 01 maio 2021.

RIO DE JANEIRO. Ibam. Secretaria Nacional de Desenvolvimento Regional e Urbano. **Gestão Integra de Resíduos Sólidos: manual gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. 15. ed. Rio de Janeiro: Ibam, 2001. 204 p. Disponível em: <http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>. Acesso em: 14 maio 2021.

SÃO PAULO.: Limpeza Pública- Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública, n. 90, 2015. Trimestral. Disponível em: http://www.ablp.org.br/revistaPDF/edicao_0090.pdf. Acesso em: 24 abr. 2021.

IBGE. **Censo Demográfico.** Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2010/inicial>. Acesso em: 25 mai. 2021.

IBGE. **Atlas do Saneamento 2011.** Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 268 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/pt/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=253096>. Acesso em: 29 mar. 2021.

NUNES, Rodrigo Rodrigues Nunes; SILVA, Ricardo Antônio Pereira. **TRANSBORDO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.** Revista Pensar Engenharia, v.3, n. 1, Jan./2015.

RAUPP, Everton Borges *et al.* Gestão de resíduos e a análise SWOT: estudo de caso em uma organização de maquinaria agrícola. **Scientia Cum Industria**, Caxias do Sul, v. 3, n. 6, p. 17-26, 2018. Quadrimestral.

RUBERG, Claudia; SERRA, Geraldo Gomes. Gerenciamento de Resíduos: destinação de resíduos sólidos domiciliares em megacidades: uma análise do município de são paulo. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 08, p. 04-09, dez. 2007. Trimestral.

SILVEIRA, Augusto Lima da; BERTÉ, Rodrigo; PELANDA, André Maciel. **Gestão de resíduos sólidos: cenários e mudanças de paradigma:** conforme a política nacional de resíduos sólidos pnrs. Curitiba: Intersaberes, 2018. 232 p.

VENTURA, K. S.; SUQUISAQUI, A. B. V. **Aplicação de ferramentas SWOT e 5W2H para análise de consórcios intermunicipais de resíduos sólidos urbanos.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 333-349, jan./mar. 2020.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, DESENVOLVIMENTO E GESTÃO. IPEA. Relatório técnico. **TEXTO PARA DISCUSSÃO: GERENCIAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS**, Rio de Janeiro: IPEA, ano 2017, v. 1, n. 2284, 2017. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7692/1/td_2284.pdf. Acesso em: 24 maio 2021.