



000079 000001
MUNICÍPIO DE TOLEDO
Estado do Paraná

Secretaria do Desenvolvimento Ambiental e Saneamento
06/11 - 11:26
Procl. 3381/2019
João Leguella

Ofício nº 660/2019 – SMDAS

Toledo, 05 de novembro de 2019.

A Senhora
JANICE SALVADOR
Comissão do Meio Ambiente – Câmara Municipal

***Assunto:** Encaminhamento do Estudo Preliminar para uma Usina de Tratamento Mecânico Biológico de Resíduos Sólidos Urbanos, referente ao Consócio Intermunicipal para Gestão e Tratamento de Resíduos Urbanos no Oeste do Paraná.*

Senhor,

Considerando a solicitação do Comissão do Meio Ambiente da Câmara de Vereadores, segue anexo o documento denominado Estudo Preliminar para uma Usina de Tratamento Mecânico Biológico de Resíduos Sólidos Urbanos e vídeo contemplando modelo proposto para as Unidades de Transbordo de Resíduos Sólidos Urbanos para o Consórcio Urbano.

Sendo isso para o momento, a Secretaria do Desenvolvimento Ambiental e Saneamento (SMDAS) se coloca à disposição para eventuais dúvidas e esclarecimentos porventura necessários.

Respeitosamente,

NEUDI MOSCONI

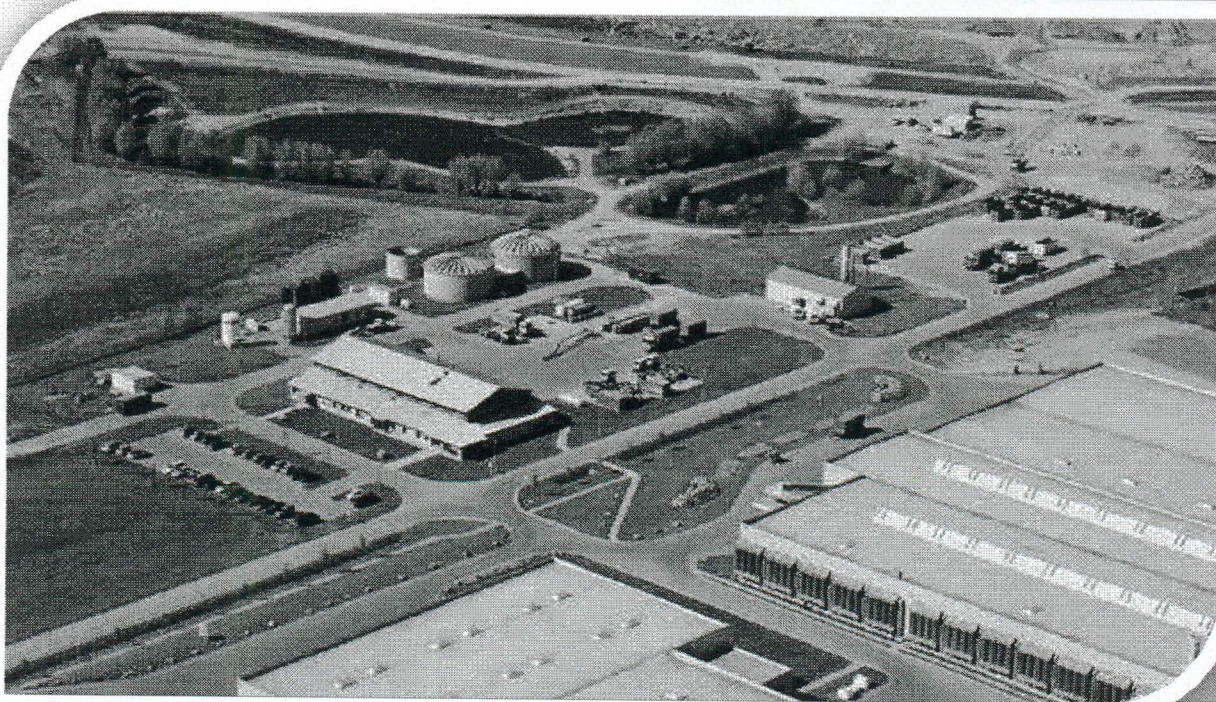
Secretário do Desenvolvimento Ambiental e Saneamento



PREFEITURA DE TOLEDO

000080
000080
2

Estudo Preliminar para uma Usina de Tratamento Mecânico Biológico de Resíduos Sólidos Urbanos



Toledo, 31/10/2019

Neudi Mosconi

Thiago Bana Schuba

Engenheiro Ambiental

+55 45 99919 2940, t.schuba@hotmail.com

g *ent*

PREFEITURA DE TOLEDO



Conteúdo

1.	Introdução	3
2.	Localização	4
3.	Resíduos Sólidos Urbanos - Consórcio	5
3.1.	Caracterização dos RSU	6
4.	Tratamento Mecânico Biológico (TMB)	9
4.1.	Tratamento Mecânico	11
4.2.	Tratamento Biológico	13
4.2.1.	Compostagem	13
4.2.2.	Biodigestor	14
6.	Considerações econômicas	15
6.1.	Resumo dos custos totais de investimento (CAPEX)	15
6.2.	Informações técnicas da Usina de TMB	16
6.2.1.	Receita dos produtos da Usina de TMB	16
6.3.	Custos operacionais (OPEX) da Usina de TMB	17
6.4.	Indicadores Principais	17
7.	Resumo	18

1. Introdução

A destinação final dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) é um dos agravantes da degradação do meio ambiente. A Lei Federal nº 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), constitui-se em instrumento essencial na busca de soluções para um dos mais graves problemas ambientais do Brasil, o destino inadequado aos RSU, impondo a necessidade premente de substituir os lixões a céu aberto por aterros sanitários.

Este é um dos grandes desafios enfrentados pelos Municípios (Figura 1) que integram o Consórcio Intermunicipal de Gestão e Tratamento de Resíduos Urbanos do Oeste de Paraná, os quais encontram-se em situação crítica, necessitando de medidas de melhorias em caráter de urgência, uma vez que a grande maioria dos locais de tratamento e/ou disposição final de RSU está sendo operada como “lixão a céu aberto”.

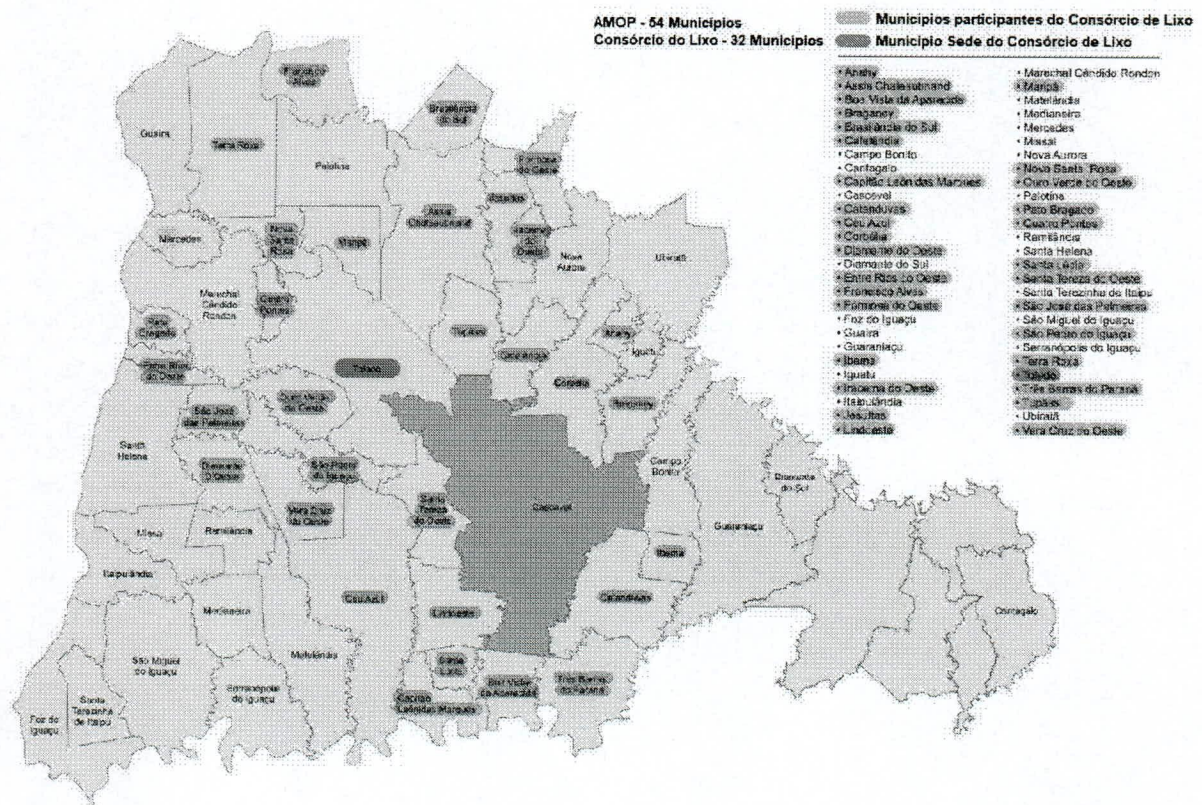


Figura 1 – Composição dos 32 Municípios integrantes do Consórcio Intermunicipal de Gestão e Tratamento de Resíduos Urbanos do Oeste de Paraná.

Outra premissa da Lei Federal nº 12.305/2010 é o incentivo à adoção de consórcios ou de outras formas de cooperação entre os entes federados, com vistas à elevação das escalas de aproveitamento e à redução dos custos envolvidos, bem como a atuação do Estado em apoiar e priorizar as iniciativas dos Municípios de soluções consorciadas ou compartilhadas entre 2 (dois) ou mais Municípios.

O Consórcio terá como sede o Município de Toledo-PR, englobando outros 31 Municípios da Associação dos Municípios do Oeste do Paraná (AMOP), que são: Anahy, Assis

PREFEITURA DE TOLEDO



Chateaubriand, Boa Vista da Aparecida, Braganey, Brasilândia do Sul, Cafelândia, Capitão Leônidas Marques, Catanduvas, Céu Azul, Corbélia, Diamante do Oeste, Formosa do Oeste, Francisco Alves, Ibema, Iracema do Oeste, Jesuítas, Lindoeste, Maripá, Matelândia, Nova Santa Rosa, Ouro Verde do Oeste, Pato Bragado, Quatro Pontes, Ramilândia, Santa Lúcia, Santa Tereza do Oeste, São José das Palmeiras, São Pedro do Iguaçu, Terra Roxa, Três Barras do Paraná, Tupãssi e Vera Cruz do Oeste.

Ademais, sabe-se que os RSU gerados nos Municípios são compostos por resíduos orgânicos (úmidos) oriundos principalmente do preparo de alimentos e resíduos recicláveis (secos) constituídos principalmente por plásticos, papéis, vidros e metais e também por rejeitos que constituem a parcela de resíduos contaminados, como papel higiênico, fralda, entre outros.

O controle da poluição ocasionada por RSU requer a implantação de soluções sistêmicas e sustentáveis que permitam a coleta, transporte, tratamento e destinação final de maneira adequada e viável técnica e economicamente.

Dentre as alternativas economicamente viáveis de baixo custo ambientalmente adequada para disposição final dos RSU está o aterro sanitário, o qual deve ser projetado e operado de forma a controlar a emissão de poluentes para o meio ambiente, com a finalidade de reduzir a possibilidade de contaminação das águas superficiais e subterrâneas, do solo e do ar. Outra alternativa é o Tratamento Mecânico-Biológico de RSU (TMB), o qual permite a recuperação de resíduos secos e a estabilização de componentes biodegradáveis dos resíduos úmidos.

Sabe-se que a composição média dos resíduos domiciliares gerados no Brasil é de 51,4% de resíduos úmidos, 31,9% de resíduos secos e 16,7% de rejeitos (PNRS, 2011), e que no estado do Paraná a composição média dos resíduos domiciliares caracterizada no Plano Estadual de Regionalização e Gestão de Resíduos Sólidos é de 56,5% de resíduo orgânico, 26% de recicláveis e 17,5% de rejeitos,

Sendo assim, o TMB possibilita a minimização dos impactos sobre o meio ambiente, através da redução do volume de resíduos dispostos no aterro sanitário e beneficiamento dos resíduos orgânicos a fim de empregá-los em na recuperação de solos como forma de composto e aproveitamento energético do biogás.

2. Localização

O Consórcio terá como sede o Município de Toledo-PR, o qual situa-se estrategicamente na região central dos Municípios que compõe o Consórcio (Figura 1) e o maior entre os Municípios que integram o Consórcio, com população estimada em 140.635 habitantes para o ano de 2019.

PREFEITURA DE TOLEDO



A Usina de Tratamento Mecânico-Biológico de Resíduos Sólidos Urbanos será instalada anexo ao aterro sanitário, localizado Rodovia PR-317, km 07, estrada sentido ao Município de Ouro Verde do Oeste (Figura 2).



Figura 2 – Localização do Aterro existente de Toledo e local para instalação da Usina de Tratamento Mecânico-Biológico.

3. Resíduos Sólidos Urbanos - Consórcio

Conforme mencionado anteriormente o Consórcio será composto por 32 Municípios da Região Oeste do Paraná, totalizando 377.866 habitantes atendidos pela coleta convencional de RSU, com estimativa de geração de 199.790 kg/dia e 72.923 t/ano de RSU (Tabela 1).

Tabela 1 – Quantidade de RSU gerados pelos Municípios que compõem o Consórcio.

Nº	Municípios	Nº de Hab.	Geração de RSU		
			kg/hab/dia]	[kg/dia]	[t/ano]
1	Anahy	2.880	0,35	1.000,00	365,00
2	Assis Chateaubriand	30.013	0,6	18.000,00	6.570,00
3	Boa Vista da Aparecida	7.869	0,40	3.130,00	1.142,45
4	Braganey	5.758	0,38	2.190,00	799,35
5	Brasilândia do Sul	2.719	0,5	1.359,50	496,22
6	Cafelândia	17.802	0,44	7.920,00	2.890,80
7	Capitão Leônidas Marques	12.069	0,55	6.666,67	2.433,33
8	Catanduvas	10.290	0,41	4.240,00	1.547,60
9	Céu Azul	11.688	0,42	4.910,00	1.792,15

PREFEITURA DE TOLEDO



Nº	Municípios	Nº de Hab.	Geração de RSU		
			kg/hab/dia]	[kg/dia]	[t/ano]
10	Corbélia	14.000	0,55	7.658,00	2.795,17
11	Diamante do Oeste	5.208	0,37	1.950,00	711,75
12	Entre Rio do Oeste	3.926	0,5	1.963,00	716,50
13	Formosa do Oeste	7.265	0,41	2.990,00	1.091,35
14	Francisco Alves	6.169	0,38	2.370,00	865,05
15	Ibema	6.334	0,5	3.167,00	1.155,96
16	Iracema do Oeste	2.574	0,34	880,00	321,20
17	Jesuítas	2.258	0,5	1.129,00	412,09
18	Lindoeste	5.310	0,38	2.000,00	730,00
19	Maripá	5.742	0,38	2.180,00	795,70
20	Nova Santa Rosa	8.169	0,40	3.260,00	1.189,90
21	Ouro Verde do Oeste	6.009	0,38	2.300,00	839,50
22	Pato Bragado	5.535	0,5	2.767,50	1.010,14
23	Quatro Pontes	3.928	0,36	1.420,00	518,30
24	Santa Lúcia	3.924	0,36	1.420,00	518,30
25	Santa Tereza do oeste	10.182	0,5	5.091,00	1.858,22
26	São José das Palmeiras	3.835	0,36	1.380,00	503,70
27	São Pedro do Iguaçu	6.516	0,39	2.520,00	919,80
28	Terra Roxa	14.580	0,82	11.955,60	4.363,79
29	Toledo	135.415	0,60	81.249,00	29.655,89
30	Três Barras do Paraná	6.208	0,51	3.166,08	1.155,62
31	Tupãssi	6.570	0,71	4.664,70	1.702,62
32	Vera Cruz do Oeste	7.121	0,41	2.893,15	1.056,00
Total		377.866	-	199.790	72.923

A geração de resíduos sólidos urbanos dos municípios foi estimada de acordo com dados fornecidos pela Secretária do Desenvolvimento Ambiental e Saneamento de Toledo e demais secretarias dos municípios que irão compor o Consórcio, assim como, pelas informações da Companhia de Saneamento do Paraná obtidas em 2017 no período anterior a este Consórcio.

3.1.Caracterização dos RSU

A caracterização dos RSU cria para os Municípios a possibilidade de estabelecer, objetivos, diretrizes e metas, assim como planos de gestão integrada, desde a expansão dos serviços de coleta regular até a viabilidade da implantação da compostagem ou de outras formas de reciclagem ou aproveitamento energético.

O resultado do trabalho indica, portanto, futuras especificações de equipamento e métodos de coleta na cidade bem como a definição dos sistemas de destinação final adequada. Além

[Handwritten signatures]

PREFEITURA DE TOLEDO



disso, o conhecimento da composição dos resíduos gerados é elemento básico para indicação das possibilidades de aproveitamento, reciclagem e tratamento.

Para caracterização dos RSU utilizou-se as informações contidas no Relatório de Caracterização de Resíduos do Município de Toledo, realizado pela empresa HABITAT ECOLÓGICO em setembro/2017 (Figura 3).

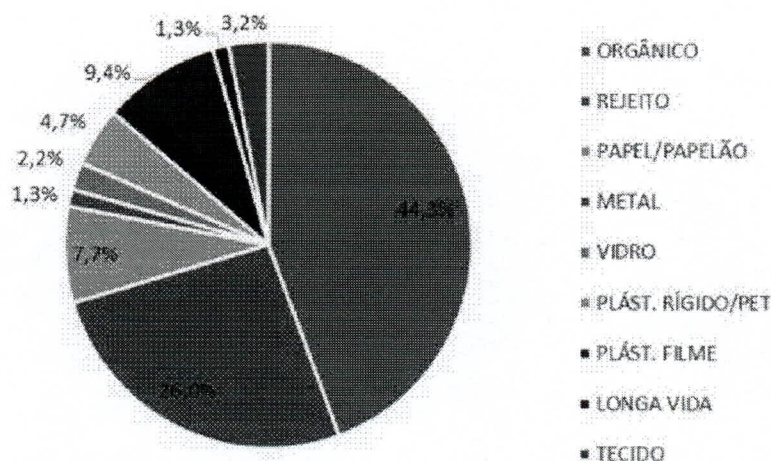


Figura 3 – Composição gravimétrica do RSU dispostos no aterro sanitário de Toledo/PR em setembro/2017.

A quantidade de resíduos orgânicos é a mais representativa na composição gravimétrica dos RSU dispostos no aterro sanitário de Toledo, correspondendo a 44,3%, seguido do rejeito e resíduos recicláveis, que correspondem respectivamente a 29,2% e 26,5%.

Em virtude de apenas o Município de Toledo ter informações sobre a composição gravimétrica dos RSU, adaptou-se estas informações para os demais Municípios integrantes do Consórcio. A seguir é apresentada na as informações sobre a composição gravimétrica dos RSU gerados nos Municípios integrantes do Consórcio.

Tabela 2 – Quantidade de RSU gerados pelos Municípios que compõem o Consórcio.

Município	Orgânicos		Rejeitos ²		Recicláveis		Papel e Papelão		Metal		Vidro		Plástico e PET		Plástico Filme		Tetrapak	
	[%]	[t/ano]	[%]	[t/ano]	[%]	[t/ano]	[%]	[t/ano]	[%]	[t/ano]	[%]	[t/ano]	[%]	[t/ano]	[%]	[t/ano]	[%]	[t/ano]
Anahy	44,30	228	29,20	150	26,50	136	7,30	37,52	1,30	6,68	2,20	11,31	4,30	22,10	9,40	48,31	1,20	6,17
Assis Chateaubriand	44,30	2.700	29,20	1.780	26,50	1.615	7,30	444,93	1,30	79,23	2,20	134,09	4,30	262,08	9,40	572,93	1,20	73,14
Boa Vista da Aparecida	44,30	618	29,20	407	26,50	370	7,30	101,82	1,30	18,13	2,20	30,69	4,30	59,98	9,40	131,12	1,20	16,74
Braganey	44,30	442	29,20	292	26,50	265	7,30	72,91	1,30	12,98	2,20	21,97	4,30	42,95	9,40	93,89	1,20	11,99
Brasilândia do Sul	44,30	220	29,20	145	26,50	131	7,30	36,22	1,30	6,45	2,20	10,92	4,30	21,34	9,40	46,64	1,20	5,95
Cafelândia	44,30	1.437	29,20	947	26,50	860	7,30	236,81	1,30	42,17	2,20	71,37	4,30	139,49	9,40	304,93	1,20	38,93
Capitão L. Marques	44,30	1.271	29,20	838	26,50	760	7,30	209,48	1,30	37,31	2,20	63,13	4,30	123,39	9,40	269,75	1,20	34,44
Catanduvas	44,30	826	29,20	544	26,50	494	7,30	136,06	1,30	24,23	2,20	41,01	4,30	80,15	9,40	175,20	1,20	22,37

PREFEITURA DE TOLEDO



Município	Orgânicos		Rejeitos ²		Recicláveis		Papel e Papelão		Metal		Vidro		Plástico e PET		Plástico Filme		Tetrapak	
	[%]	[t/ano]	[%]	[t/ano]	[%]	[t/ano]	[%]	[t/ano]	[%]	[t/ano]	[%]	[t/ano]	[%]	[t/ano]	[%]	[t/ano]	[%]	[t/ano]
Céu Azul	44,30	947	29,20	624	26,50	566	7,30	155,99	1,30	27,78	2,20	47,01	4,30	91,89	9,40	200,87	1,20	25,64
Corbélia	44,30	1.376	29,20	907	26,50	823	7,30	226,80	1,30	40,39	2,20	68,35	4,30	133,60	9,40	292,05	1,20	37,28
Diamante do Oeste	44,30	424	29,20	279	26,50	253	7,30	69,80	1,30	12,43	2,20	21,03	4,30	41,11	9,40	89,88	1,20	11,47
Entre Rio do Oeste	44,30	317	29,20	209	26,50	190	7,30	52,30	1,30	9,31	2,20	15,76	4,30	30,81	9,40	67,35	1,20	8,60
Formosa do Oeste	44,30	542	29,20	357	26,50	324	7,30	89,26	1,30	15,90	2,20	26,90	4,30	52,58	9,40	114,94	1,20	14,67
Francisco Alves	44,30	493	29,20	325	26,50	295	7,30	81,28	1,30	14,47	2,20	24,50	4,30	47,88	9,40	104,66	1,20	13,36
Ibema	44,30	512	29,20	338	26,50	306	7,30	84,38	1,30	15,03	2,20	25,43	4,30	49,71	9,40	108,66	1,20	13,87
Iracema do Oeste	44,30	188	29,20	124	26,50	112	7,30	30,97	1,30	5,52	2,20	9,33	4,30	18,25	9,40	39,89	1,20	5,09
Jesuítas	44,30	183	29,20	120	26,50	109	7,30	30,08	1,30	5,36	2,20	9,07	4,30	17,72	9,40	38,74	1,20	4,95
Lindoeste	44,30	385	29,20	254	26,50	230	7,30	63,44	1,30	11,30	2,20	19,12	4,30	37,37	9,40	81,69	1,20	10,43
Maripá	44,30	455	29,20	300	26,50	272	7,30	74,93	1,30	13,34	2,20	22,58	4,30	44,13	9,40	96,48	1,20	12,32
Nova Santa Rosa	44,30	661	29,20	435	26,50	395	7,30	108,86	1,30	19,39	2,20	32,81	4,30	64,12	9,40	140,17	1,20	17,89
Ouro Verde do Oeste	44,30	483	29,20	318	26,50	289	7,30	79,60	1,30	14,18	2,20	23,99	4,30	46,89	9,40	102,50	1,20	13,09
Pato Bragado	44,30	447	29,20	295	26,50	268	7,30	73,74	1,30	13,13	2,20	22,22	4,30	43,44	9,40	94,95	1,20	12,12
Quatro Pontes	44,30	323	29,20	213	26,50	193	7,30	53,29	1,30	9,49	2,20	16,06	4,30	31,39	9,40	68,62	1,20	8,76
Santa Lúcia	44,30	310	29,20	204	26,50	185	7,30	51,08	1,30	9,10	2,20	15,39	4,30	30,09	9,40	65,77	1,20	8,40
Santa Tereza do Oeste	44,30	823	29,20	543	26,50	492	7,30	135,65	1,30	24,16	2,20	40,88	4,30	79,90	9,40	174,67	1,20	22,30
São José das Palmeiras	44,30	298	29,20	196	26,50	178	7,30	49,05	1,30	8,74	2,20	14,78	4,30	28,89	9,40	63,16	1,20	8,06
São Pedro do Iguaçu	44,30	483	29,20	318	26,50	289	7,30	79,62	1,30	14,18	2,20	23,99	4,30	46,90	9,40	102,52	1,20	13,09
Terra Roxa	44,30	1.410	29,20	929	26,50	843	7,30	232,33	1,30	41,37	2,20	70,02	4,30	136,85	9,40	299,17	1,20	38,19
Toledo	44,30	11.203	29,20	7.385	26,50	6.702	7,30	1846,1	1,30	328,76	2,20	556,37	4,30	1087,4	9,40	2377,2	1,20	303,47
Três Barras do Paraná	44,30	974	29,20	642	26,50	582	7,30	160,44	1,30	28,57	2,20	48,35	4,30	94,51	9,40	206,60	1,20	26,37
Tupãssi	44,30	657	29,20	433	26,50	393	7,30	108,29	1,30	19,28	2,20	32,63	4,30	63,78	9,40	139,44	1,20	17,80
Vera Cruz do Oeste	44,30	694	29,20	458	26,50	415	7,30	114,44	1,30	20,38	2,20	34,49	4,30	67,41	9,40	147,36	1,20	18,81
TOTAL	-	32.330	-	21.310	-	19.340	-	5327,5	-	948,74	-	1605,5	-	3138,1	-	6860,1	-	875,76

Com base nos valores apresentados para composição gravimétrica dos RSU gerados nos Municípios integrantes do Consórcio, calculou-se a quantidade de resíduos e a receita dos mesmos (Tabela 3) de acordo com os valores de comercialização utilizados pela Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis de Toledo na Unidade de Valorização de Resíduos do Município.

Tabela 3 – Quantidade de resíduos gerados nos Municípios integrantes do Consórcio e a receita após comercialização.

Fração	Qtde. / Ano	Comercialização [R\$]	Receita [R\$]
Orgânico	32.305 ton/a	R\$0,00	R\$0,00
Rejeito	18.960 ton/a	R\$0,00	R\$0,00
Plástico	6.855 ton/a	1R\$350,00	R\$2.399.180,62
Papel / papelão	5.615 ton/a	R\$300,00	R\$1.684.531,07
Plástico rígido / PET	3.427 ton/a	R\$1.050,00	R\$3.598.770,93
Tecido	2.334 ton/a	R\$0,00	R\$0,00
Vidro	1.604 ton/a	R\$30,00	R\$48.129,46
Metal	948 ton/a	R\$150,00	R\$142.200,67
Tetra pack	875 ton/a	R\$200,00	R\$175.016,22
Total	72.923 ton/a	-	R\$8.047.828,96
Total Recicláveis	21.658,26 ton/a		

4. Tratamento Mecânico Biológico (TMB)

Entende-se como TMB o processamento de resíduos, fazendo uso de uma combinação de processos mecânicos e biológicos de forma a atingir uma diversidade de objetivos. Desta maneira as Usinas de TMB divergem em sua complexidade e funcionalidade.

O processo divide-se em duas etapas: a primeira chamada de fase mecânica é o estágio onde acontece a diferenciação dos resíduos e remoção de algumas frações, tornando possível a obtenção de material passível de ser reciclado; a segunda fase conhecida como biológica, é onde ocorre a estabilização da fração orgânica, que objetiva tornar as suas características razoáveis para a utilização.

Essa estabilização ocorre por meio de processos tanto aeróbios quanto anaeróbios, nos quais transformam a fração de resíduos biodegradáveis em composto (digestão aeróbia) ou em Biogás (digestão anaeróbia).

As usinas de TMB são projetadas e construídas conforme especificações prévias, sendo destinadas a funcionar com a finalidade de integração entre diferentes equipamentos e processos, de forma a tratar os RSU de maneira mais completa que as tecnologias isoladas. As mesmas são capazes de englobar a triagem, separação, trituração, secagem, digestão anaeróbia, compostagem e aproveitamento energético.

Na Figura 4 é apresentado o fluxograma para o tratamento simplificado de RSU, o qual consiste nas seguintes etapas: recepção e pesagem dos resíduos; trituração e abertura dos sacos; peneiração; triagem manual; compostagem; e aterro sanitário.

Tratamento obrigatório de Resíduos Sólidos Urbanos

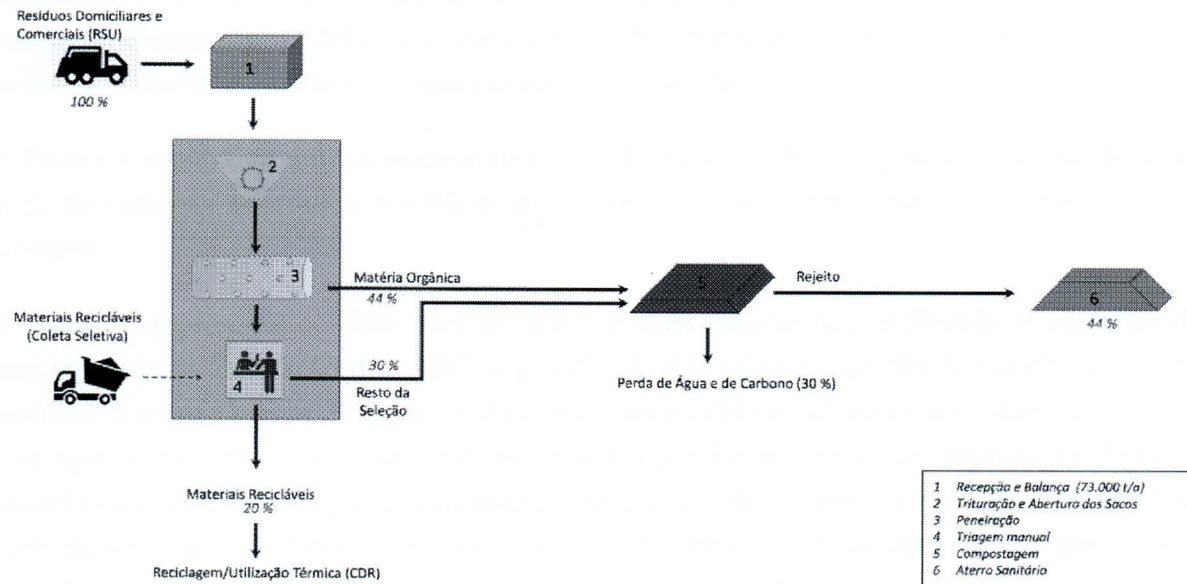


Figura 4 - Tratamento simplificado para Resíduos Sólidos Urbanos.

Na Figura 5 é apresentado o fluxograma para o TMB de RSU, o qual consiste nas seguintes etapas: recepção e pesagem dos resíduos; trituração e abertura dos sacos; peneiração; triagem manual; prensa; compostagem; fermentador e biometano; motor de cogeração e geração de energia elétrica; reservatório para biofertilizante e biofertilizante agrícola; e aterro sanitário.

Tratamento mecânico biológico de Resíduos Sólidos Urbanos

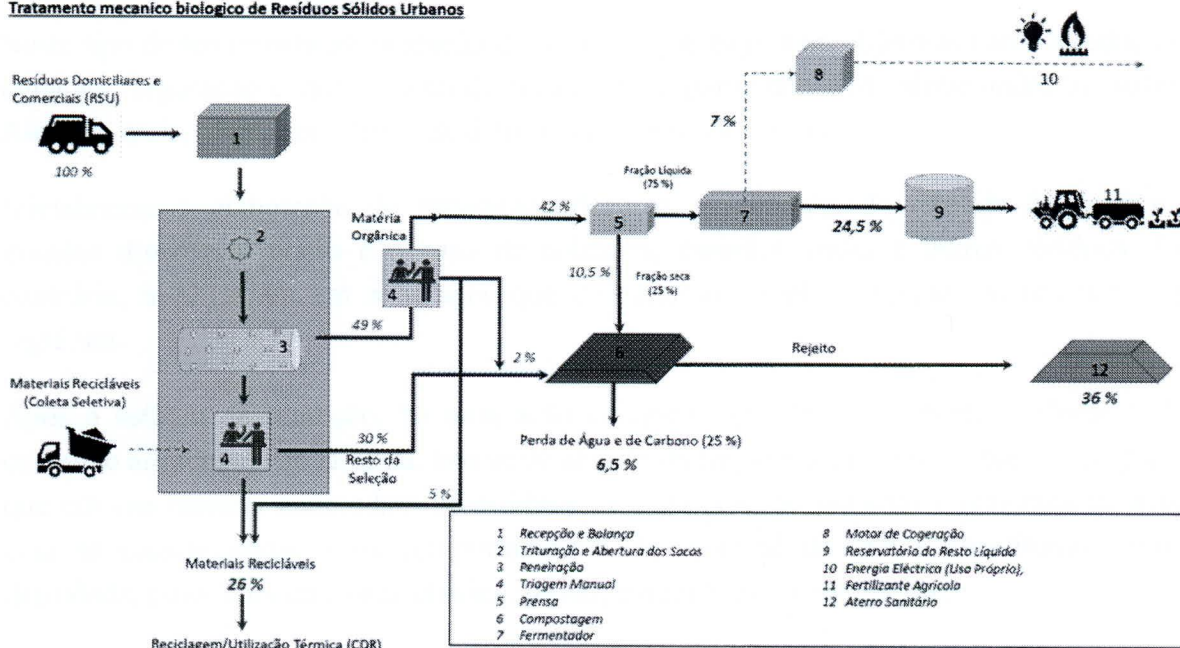


Figura 5 - Tratamento Mecânico Biológico dos Resíduos Sólidos Urbanos.

PREFEITURA DE TOLEDO

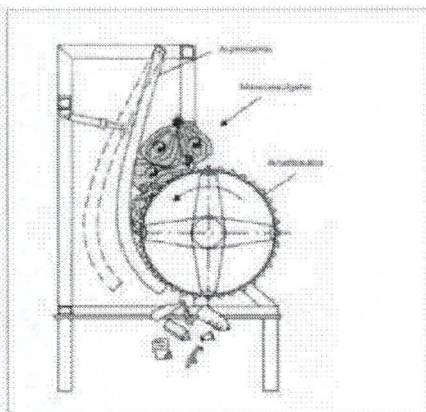


Figura 6 - Moagem prévia dos RSU (fragmentação dos recipientes).

O processo de separação e triagem dos RSU ocorre após a fragmentação dos recipientes. Por meio de uma esteira transportadora o RSU triturado e homogeneizado é transportado para um sistema de peneiramento (Figura 7), que separa o resíduo em fração fina ($0 \leq 60 \text{ mm}$) e fração grossa ($> 60 \text{ mm}$).

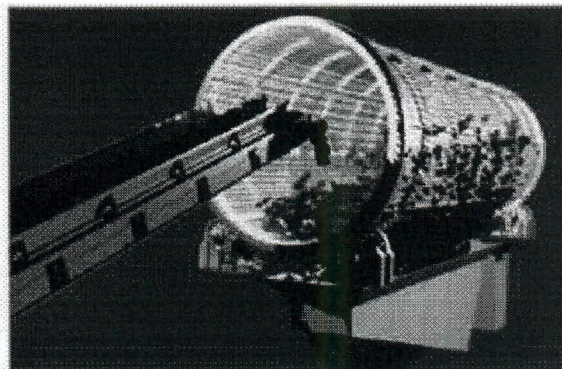


Figura 7 - Sistema de peneiramento dos RSU.

A recuperação de metais ferrosos do fluxo dos resíduos, é realizada por meio separadores magnéticos posicionados acima da esteira. Em seguida os resíduos passam por uma seleção manual. A fração fina que contém principalmente os resíduos orgânicos é encaminhada para o tratamento biológico (compostagem e/ou fermentação). A fração grossa é encaminhada para a triagem manual.

Na triagem manual os resíduos recicláveis (plástico, papel, vidro, metais etc.) provenientes da peneira são separados da fração grossa – fase do tratamento em que é possível integrar a Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis de Toledo. A usina de TMB poderá receber os resíduos provenientes da coleta seletiva do Município de Toledo, sendo os estes descarregados diretamente na etapa triagem manual.

PREFEITURA DE TOLEDO



Na sequência, os resíduos recicláveis triados são encaminhados para o processo de prensagem e enfardamento, o qual se tem como produto final o resíduo enfardado. Os fardos são armazenados temporariamente até a comercialização e retorno ao consumo sustentável por meio da economia circular. Os rejeitos podem ser destinados ao aterro sanitário para disposição final e/ou utilizados como matéria-prima para confecção de novos produtos, como madeira Biosintética.

Os resíduos com alto poder calorífico (têxteis, papel/cartão e plásticos) podem ser utilizados como Combustível Derivado de Resíduos (CDR). O CDR pode ser empregado em fornos da indústria cimenteira, caldeiras e usinas de biomassa.

4.2. Tratamento Biológico

O tratamento biológico tem como finalidade a conversão de matéria orgânica em um material mais estável, e tal processo pode se dar tanto em condições aeróbias (compostagem), como em anaeróbias (biodigestão).

Tomando como exemplo a compostagem para tratamentos aeróbios, a mesma apresenta como saída ao processo, adubo orgânico, utilizado para fertilização ou correção de solos. Já no tratamento anaeróbio, a biodigestão resulta em biogás, o qual oferece as possibilidades de geração de energia elétrica, calor ou a própria utilização em substituição ao gás natural, por exemplo.

Este tratamento tem como resultado os seguintes benefícios, que são: permite a redução de 90 a 98% de emissões atmosféricas se comparado com RSU não tratados; redução do volume de rejeito que vai para o aterro sanitário; estabilização bioquímica do resíduo orgânico; redução de lixiviados no aterro sanitário; minimização dos impactos ambientais; condições melhoradas para a operação do aterro sanitário; e aumento da densidade do aterro.

Os resíduos orgânicos provenientes do peneiramento são encaminhados para uma prensa de modo a separar a parte líquida da sólida. Das estimadas 32.000 toneladas/ano de resíduos orgânicos, tem-se aproximadamente 13.000 toneladas de fração sólida destinada para compostagem e 19.000 toneladas de fração líquida com um teor de sólidos entre 4 a 10 %, destinada ao fermentador/biodigestor.

4.2.1. Compostagem

A compostagem (Figura 8) é um dos tipos de tratamentos biológicos, no qual há a decomposição biológica da matéria orgânica por microrganismos, em presença de oxigênio.

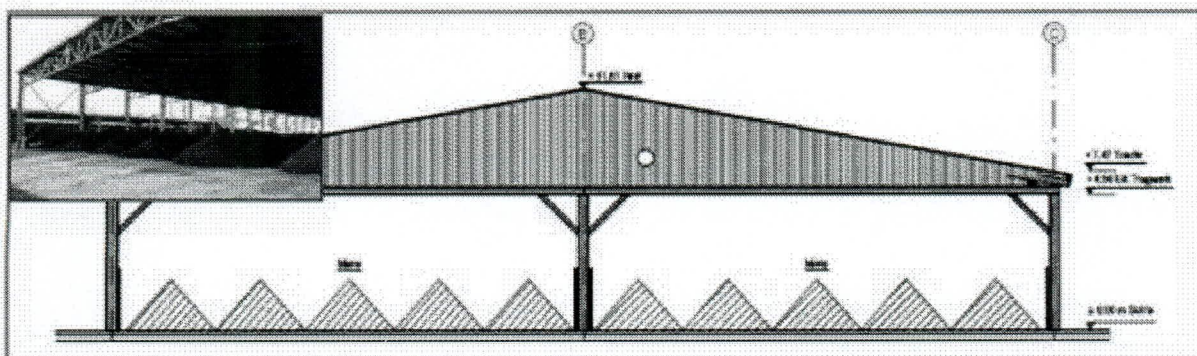


Figura 8 – Representação de uma estrutura utilizada para compostagem da fração orgânica sólida.

O processo de decomposição apresenta quatro fases principais: (1) fase mesófila – nessa etapa há o aumento da temperatura devido à degradação da matéria orgânica pela atividade dos microrganismos; (2) fase é termófila, nesse estágio as temperaturas estão entre 45 a 60°C, mantendo-se durante mais ou menos 4 dias, isso permite a higienização do composto; (3) fase do arrefecimento acontece com a redução da atividade microbiana, diminui a temperatura; e (4) fase de maturação, em que ocorre a estabilização da estabilizada.

Mesmo sendo a degradação biológica um processo natural ao meio ambiente, com a compostagem é possível otimizá-la, já que é capaz de alterar fatores como a velocidade de degradação e qualidade do produto final, o que é possível através do controle de alguns parâmetros como: pH, temperatura, presença de microrganismos, umidade, razão carbono/azoto (C/N) e arejamento do sistema.

Dessa forma, pode-se garantir que se chegue às condições ótimas para a degradação da matéria orgânica (DMO) que será realizada pelos microrganismos existentes no meio.

O produto da compostagem é chamado de húmus e tem aparência similar ao próprio solo, tanto em cor como em odor, e a sua qualidade final se relaciona diretamente tanto com o rigor no controle do processo como com a qualidade dos resíduos que serão utilizados no sistema.

Esses dois aspectos representam uma importante ferramenta em procedimentos de biorremediação e de melhoria das características físicas, químicas e biológicas dos solos por proporcionarem fonte de nutrientes aos mesmos.

4.2.2. Biodigestor

A biodigestão de forma controlada ocorre em equipamentos denominados biodigestores. É um processo anaeróbio que se divide em quatro fases (Figura 9), quais sejam: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese. Após as etapas citadas, a biomassa ou matéria orgânica resulta em dois principais subprodutos: o biogás, que pode ser utilizado como fonte de energia, e biofertilizante, podendo ser usado como adubo para o solo.

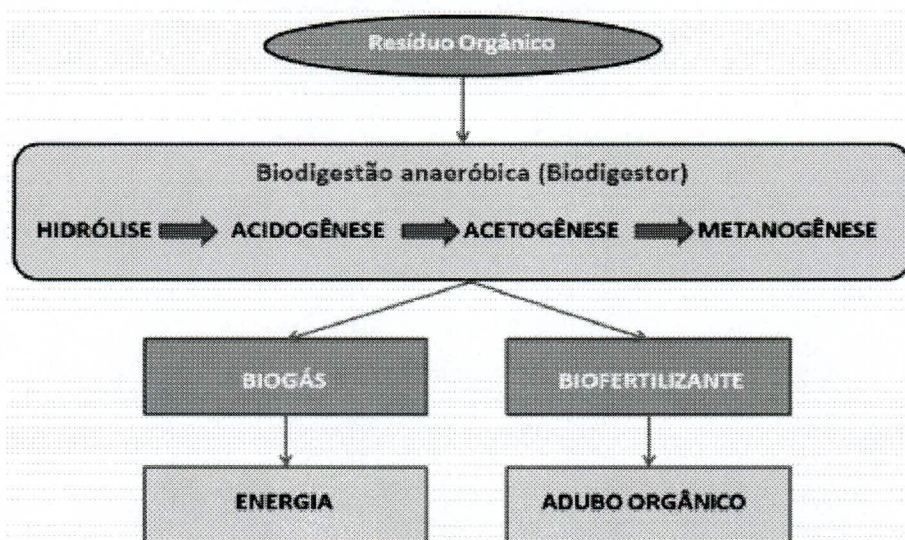


Figura 9 – Etapas do processo de biodigestão anaeróbia.

O processo envolvendo a digestão anaeróbia dos resíduos orgânicos é complexo e envolvem várias etapas diferentes de degradação. Os microrganismos são particulares de cada fase, assim possuem requisitos ambientais diferentes, tais como, umidade, nutrientes, temperatura e pH.

O biogás proveniente do processo de digestão anaeróbia é direcionado por meio de tubulações para um incinerador em uma central de cogeração para a geração de energia térmica e elétrica. Com base em um fluxo anual de aproximadamente 17.000 toneladas de resíduos orgânicos tem-se uma produção de 60 Nm³/t de biogás, podendo gerar 250 kW.el de energia elétrica por meio da coogeração. O biofertilizante resultante da fermentação pode ser utilizado na agricultura.

6. Considerações econômicas

6.1. Resumo dos custos totais de investimento (CAPEX)

Conforme detalhado no item 4, a capacidade de processamento anual da usina é para **73.000 toneladas/ano**. Somente 36% do resíduo que é recebido na usina para o tratamento são rejeito e deverá ser depositado no aterro sanitário.

Os custos para construção da Usina de Tratamento Mecânico-Biológico de Resíduos Sólidos Urbanos estão estimados em R\$ **41.700.000,00**. Segue na Tabela 4 a lista de todos os itens utilizados nas considerações econômicas.

PREFEITURA DE TOLEDO



Tabela 4 – Resumo dos custos totais de investimentos estimados para construção da Usina de Tratamento Mecânico-Biológico de Resíduos Sólidos Urbanos.

Nº	Item	Valor
1	Engenharia de construção	R\$ 11.916.000,00
2	Usina de biogás	R\$ 6.491.000,00
3	Engenharia de processos	R\$ 17.140.000,00
4	Tratamento do resíduo e destino de Biogás	R\$ 650.000,00
5	Instalações elétrica	R\$ 930.000,00
6	Custos de construção / imprevistos	R\$ 2.513.000,00
7	Tecnologia móvel	R\$ 1.350.000,00
10	Juros durante construção	R\$ 694.000,00
CUSTO TOTAL DE INVESTIMENTO (CAPEX)		R\$ 41.684.000,00

6.2 Informações técnicas da Usina de TMB

Conforme os dados oferecidos:

- Quantidade de RSU anual: **73.000 toneladas/ano**;
- Quantidade de Recicláveis: **21.650 toneladas/ano**;
- Produção anual de Biogás: **900.000 Nm³/ano** [90 % disponibilidade, 55 % metano];
- Produção anual de energia de Biogás: **1.971.000 kWh** [Capacidade 250 kW.el].

6.2.1 Receita dos produtos da Usina de TMB

Energia Elétrica da Unidade

Receita estimada de energia: **R\$ 0,68/kWh**

Com a capacidade instalada de **250 kW.el** e uma disponibilidade de **90%** da unidade estima-se uma receita de **R\$ 1.340.280,00/ano**, oriunda da energia gerada anualmente. A energia proveniente do biogás será utilizada para consumo dos componentes da usina de TMB.

Recicláveis

Conforme Tabela 3, após o TMB, estima-se uma receita de **R\$ 8.047.828,96/ano** oriunda da comercialização dos resíduos recicláveis.

Entrega dos resíduos

Os custos para operação da usina de TMB são de aproximadamente **R\$ 100,00/tonelada**. O Município de Toledo pagará um valor diferenciado, que para este estudo preliminar,

PREFEITURA DE TOLEDO



000096
000018
2

considera-se o valor de **R\$ 60,00/tonelada**. Considerando a destinação de todo o resíduo na usina, estima-se uma receita de **R\$ 6.100.000,00/ano**.

6.3 Custos operacionais (OPEX) da Usina de TMB

Os custos operacionais, tais como: segurança; limpeza da planta; manutenção; gestão pessoal; operação comercial e técnica; insumos; energia elétrica; operação de máquinas; materiais de uso comum e custos de destinação do rejeito em aterro sanitário, são estimados em **R\$ 9.217.123,94**, conforme Tabela 5.

Tabela 5 – Resumo dos custos operacionais (OPEX) da Usina de Tratamento Mecânico-Biológico de Resíduos Sólidos Urbanos.

Segurança	R\$ 180.600,00
Limpeza da planta	R\$ 109.385,13
Manutenção	R\$ 416.840,00
Gestão pessoal	R\$ 12.000,00
Operação comercial e técnica	R\$ 3.500.000,00
Insumos	R\$ 758.191,08
Energia elétrica	R\$ 1.537.225,76
Operação de máquinas	R\$ 1.628.600,00
Material de uso comum	R\$ 9.600,00
Custos de destinação do rejeito	R\$ 1.064.681,98
CUSTOS TOTAL	R\$ 9.217.123,94

O consumo de energia elétrica da usina é de aproximadamente **31 kWh/tonelada** de resíduos sólidos urbanos. Considerando o valor de **R\$ 0,68 R\$/ kWh**, estima-se o custo total de **R\$ 1.538.840,00** com energia elétrica. No que se refere à energia térmica, será aproveitado o calor gerado pelos motores geradores de energia.

6.4 Indicadores Principais

De acordo com o levantamento de informações, a usina de TMB estará projetada para 20 anos e o resumo dos indicadores principais é apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 – Resumo dos indicadores principais da Usina de Tratamento Mecânico-Biológico de Resíduos Sólidos Urbanos.

Prazo de operação mínima em anos	20
Custos de Investimento (CAPEX)	R\$ 41.700.000,00
LAJIDA - Lucros antes de juros, impostos, depreciação e amortização – 1º ano	R\$ 6.300.000,00
Amortização em anos	6,64
Rendimento por ano no início da operação	15,06%

006097
~~000019~~

PREFEITURA DE TOLEDO



7. Resumo

Como não se possui informações exatas sobre a gravimetria e quantidade dos resíduos gerados nos municípios que irão compor o Consórcio, os valores reais poderão sofrer alterações. Para o cálculo dos valores referentes aos custos CAPEX e OPEX seguiu-se um cenário conservador.


Neudi Mosconi
Secretário do Meio Ambiente


Thiago Bana Schuba
Coord. das Centrais de Valorização
e Educação Ambiental



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE TOLEDO

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE TOLEDO

Paço Municipal Alcides Donin

Rua Raimundo Leonardi, 1586 - Caixa Postal 100

Fone: (45) 3055-8800 - Fax: (45) 3378-1704

E-mail: toledo@toledo.pr.gov.br

www.toledo.pr.gov.br

Toledo - Paraná - Brasil - CEP 85900-110

PL 133/2019
AUTORIA: Poder Executivo

