

Tabela 6.2 – Gravimetria Consimares considerando todos os Municípios

Gravimetria Consimares				METAS PLANARES (Considerando crescimento populacional e acréscimo de produção per capita de 0,0% a.a. - kg/hab.dia)				METAS PLANARES (Considerando crescimento populacional e acréscimo de produção per capita de 0,2% a.a. - kg/hab.dia)			
Quantidade atual (t/dia)	652,59	Geral (t/dia)	Seco (t/dia)	2021	2024	2028	2032	2021	2024	2028	2032
Matéria Orgânica (%)	56,9	371,324		1,7 (%)	6,6 (%)	11,4 (%)	16,2 (%)	1,7 (%)	6,6 (%)	11,4 (%)	16,2 (%)
Papel, papelão e jornal (%)	5,2	33,608	33,608	0,57134	2,295	4,06089	5,88176	0,57134	2,31349	4,12632	6,02472
Embalagens longa vida(%)	1,0	6,526	6,526	0,11094	0,44563	0,78852	1,14209	0,11094	0,44922	0,80123	1,16985
Isopor (%)	1,1	7,048	7,048	0,11982	0,48128	0,8516	1,23346	0,11982	0,48516	0,86532	1,26344
PolietilenoTereftalato-PET (%)	1,2	8,092	8,092	0,13757	0,55258	0,97777	1,41619	0,13757	0,55703	0,99352	1,45061
Polietilenos alta e baixa densidade-PEAD+PEBD (%)	12,1	79,224	79,224	1,34682	5,40996	9,57267	13,865	1,34682	5,45354	9,72689	14,202
Policloreto de Vinila-PVC (%)	0,6	4,046	4,046	0,06878	0,27629	0,48888	0,7081	0,06878	0,27852	0,49676	0,72531
Polipropileno - PP (%)	1,3	8,745	8,745	0,14866	0,59715	1,05662	1,5304	0,14866	0,60196	1,07364	1,5676
Poliestireno - PS (%)	0,4	2,871	2,871	0,04881	0,19608	0,34695	0,50252	0,04881	0,19766	0,35254	0,51473
Outros plásticos (%)	0,0	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0	0	0
Metais ferrosos (%)	1,1	7,440	7,440	0,12647	0,50802	0,89892	1,30198	0,12647	0,51211	0,9134	1,33363
Metais não ferrosos (%)	0,5	3,524	3,524	0,05991	0,24064	0,4258	0,61673	0,05991	0,24258	0,43266	0,63172
Pilhas e baterias (%)	0,0	0,000		0	0	0	0	0	0	0	0
Vidros (%)	2,0	13,052	13,052	0,22188	0,89126	1,57705	2,28418	0,22188	0,89844	1,60245	2,3397
Terra e pedra (%)	1,2	7,766		0	0	0	0	0	0	0	0
Trapos e panos (%)	4,2	27,409		0	0	0	0	0	0	0	0
Borracha (%)	0,7	4,829		0	0	0	0	0	0	0	0
Papel higiênico/domissanitário (%)	9,9	64,867		0	0	0	0	0	0	0	0
Outros (%)	0,3	2,219		0	0	0	0	0	0	0	0
Total (t/dia)		652,590	174,176	2,961	11,894	21,046	30,482	2,961	11,99	21,385	31,223
Total mensal (t/mês)				88,8299	356,816	631,37	914,47	88,8299	359,691	641,542	936,697
Número de catadores / cooperados necessários				44	178	316	457	44	180	321	468
Número de cooperativas necessárias				2	6	11	15	2	6	11	16

Fonte: Consimares, 2021.

Tabela 6.3 – Gravimetria Consimares considerada para o Município de Capivari

Gravimetria Consimares				METAS PLANARES (Considerando crescimento populacional e acréscimo de produção per capita de 0,0% a.a. - kg/hab.dia)				METAS PLANARES (Considerando crescimento populacional e acréscimo de produção per capita de 0,2% a.a. - kg/hab.dia)			
Quantidade atual (t/dia)	42	Geral (t/dia)	Seco (t/dia)	2021	2024	2028	2032	2021	2024	2028	2032
				1,7 (%)	6,6 (%)	11,4 (%)	16,2 (%)	1,7 (%)	6,6 (%)	11,4 (%)	16,2 (%)
Matéria Orgânica (%)	56,9	23,898									
Papel, papelão e jornal (%)	5,2	2,163	2,163	0,03677	0,14205	0,25135	0,36405	0,03677	0,14319	0,2554	0,3729
Embalagens longa vida(%)	1,0	0,420	0,420	0,00714	0,02758	0,04881	0,07069	0,00714	0,0278	0,04959	0,07241
Isopor (%)	1,1	0,454	0,454	0,00771	0,02979	0,05271	0,07634	0,00771	0,03003	0,05356	0,0782
PolietilenoTereftalato-PET (%)	1,2	0,521	0,521	0,00885	0,0342	0,06052	0,08765	0,00885	0,03448	0,06149	0,08979
Polietilenos alta e baixa densidade-PEAD+PEBD (%)	12,1	5,099	5,099	0,08668	0,33485	0,5925	0,85817	0,08668	0,33755	0,60204	0,87903
Policloreto de Vinila-PVC (%)	0,6	0,260	0,260	0,00443	0,0171	0,03026	0,04383	0,00443	0,01724	0,03075	0,04489
Polipropileno - PP (%)	1,3	0,563	0,563	0,00957	0,03696	0,0654	0,09472	0,00957	0,03726	0,06645	0,09703
Poliestireno - PS (%)	0,4	0,185	0,185	0,00314	0,01214	0,02147	0,0311	0,00314	0,01223	0,02182	0,03186
Outros plásticos (%)	0,0	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0	0	0
Metais ferrosos (%)	1,1	0,479	0,479	0,00814	0,03144	0,05564	0,08059	0,00814	0,0317	0,05653	0,08254
Metais não ferrosos (%)	0,5	0,227	0,227	0,00386	0,01489	0,02635	0,03817	0,00386	0,01501	0,02678	0,0391
Pilhas e baterias (%)	0,0	0,000		0	0	0	0	0	0	0	0
Vidros (%)	2,0	0,840	0,840	0,01428	0,05516	0,09761	0,14138	0,01428	0,05561	0,09918	0,14481
Terra e pedra (%)	1,2	0,500		0	0	0	0	0	0	0	0
Trapos e panos (%)	4,2	1,764		0	0	0	0	0	0	0	0
Borracha (%)	0,7	0,311		0	0	0	0	0	0	0	0
Papel higiênico/domissanitário (%)	9,9	4,175		0	0	0	0	0	0	0	0
Outros (%)	0,3	0,143		0	0	0	0	0	0	0	0
Total (t/dia)	42,000	11,210		0,1906	0,7362	1,3026	1,8867	0,1906	0,7421	1,3236	1,9326
Total mensal (t/mês)				5,717	22,0851	39,0785	56,6009	5,717	22,263	39,7081	57,9766
Número de catadores / cooperados necessários				3	11	20	28	3	11	20	29
Número de cooperativas necessárias				1	1	1	1	1	1	1	1

Fonte: Consimares, 2021.

Fatores apontados:

- Não existência de cooperativa;
- Para atendimento dos cenários apresentados, o município deverá implantar 1 cooperativa.

Tabela 6.4 – Gravimetria Consimares considerada para o Município de Elias Fausto

Gravimetria Consimares				METAS PLANARES (Considerando crescimento populacional e acréscimo de produção per capita de 0,0% a.a. - kg/hab.dia)				METAS PLANARES (Considerando crescimento populacional e acréscimo de produção per capita de 0,2% a.a. - kg/hab.dia)			
Quantidade atual (t/dia)	13,4	Geral (t/dia)	Seco (t/dia)	2021	2024	2028	2032	2021	2024	2028	2032
				1,7 (%)	6,6 (%)	11,4 (%)	16,2 (%)	1,7 (%)	6,6 (%)	11,4 (%)	16,2 (%)
Matéria Orgânica (%)	56,9	7,625									
Papel, papelão e jornal (%)	5,2	0,690	0,690	0,01173	0,04519	0,07996	0,11582	0,01173	0,04555	0,08125	0,11863
Embalagens longa vida(%)	1,0	0,134	0,134	0,00228	0,00877	0,01553	0,02249	0,00228	0,00885	0,01578	0,02304
Isopor (%)	1,1	0,145	0,145	0,00246	0,00948	0,01677	0,02429	0,00246	0,00955	0,01704	0,02488
PolietilenoTereftalato-PET (%)	1,2	0,166	0,166	0,00282	0,01088	0,01925	0,02789	0,00282	0,01097	0,01956	0,02856
Polietilenos alta e baixa densidade-PEAD+PEBD (%)	12,1	1,627	1,627	0,02765	0,10653	0,18849	0,27301	0,02765	0,10738	0,19153	0,27965
Policloreto de Vinila-PVC (%)	0,6	0,083	0,083	0,00141	0,00544	0,00963	0,01394	0,00141	0,00548	0,00978	0,01428
Polipropileno - PP (%)	1,3	0,180	0,180	0,00305	0,01176	0,02081	0,03013	0,00305	0,01185	0,02114	0,03087
Poliestireno - PS (%)	0,4	0,059	0,059	0,001	0,00386	0,00683	0,00989	0,001	0,00389	0,00694	0,01014
Outros plásticos (%)	0,0	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0	0	0
Metais ferrosos (%)	1,1	0,153	0,153	0,0026	0,01	0,0177	0,02564	0,0026	0,01008	0,01799	0,02626
Metais não ferrosos (%)	0,5	0,072	0,072	0,00123	0,00474	0,00838	0,01214	0,00123	0,00478	0,00852	0,01244
Pilhas e baterias (%)	0,0	0,000		0	0	0	0	0	0	0	0
Vidros (%)	2,0	0,268	0,268	0,00456	0,01755	0,03105	0,04498	0,00456	0,01769	0,03155	0,04607
Terra e pedra (%)	1,2	0,159		0	0	0	0	0	0	0	0
Trapos e panos (%)	4,2	0,563		0	0	0	0	0	0	0	0
Borracha (%)	0,7	0,099		0	0	0	0	0	0	0	0
Papel higiênico/domissanitário (%)	9,9	1,332		0	0	0	0	0	0	0	0
Outros (%)	0,3	0,046		0	0	0	0	0	0	0	0
Total (t/dia)	13,400	13,400	3,576	0,0608	0,2342	0,4144	0,6002	0,0608	0,2361	0,4211	0,6148
Total mensal (t/mês)				1,82399	7,02598	12,4321	18,0066	1,82399	7,08258	12,6324	18,4443
Número de catadores / cooperados necessários				1	4	6	9	1	4	6	9
Número de cooperativas necessárias				1	1	1	1	1	1	1	1

Fonte: Consimares, 2021.

Fatores apontados:

- Não existência de cooperativa;
- Para atendimento dos cenários apresentados, o município deverá implantar 1 cooperativa.

Tabela 6.5 – Gravimetria Consimares considerada para o Município de Hortolândia

Gravimetria Consimares				METAS PLANARES (Considerando crescimento populacional e acréscimo de produção per capita de 0,0% a.a. - kg/hab.dia)				METAS PLANARES (Considerando crescimento populacional e acréscimo de produção per capita de 0,2% a.a. - kg/hab.dia)			
Quantidade atual (t/dia)	160,9	Geral (t/dia)	Seco (t/dia)	2021	2024	2028	2032	2021	2024	2028	2032
				1,7 (%)	6,6 (%)	11,4 (%)	16,2 (%)	1,7 (%)	6,6 (%)	11,4 (%)	16,2 (%)
Matéria Orgânica (%)	56,9	91,552									
Papel, papelão e jornal (%)	5,2	8,286	8,286	0,14087	0,59022	1,04437	1,51265	0,14087	0,59498	1,0612	1,54942
Embalagens longa vida(%)	1,0	1,609	1,609	0,02735	0,11461	0,20279	0,29372	0,02735	0,11553	0,20606	0,30086
Isopor (%)	1,1	1,738	1,738	0,02954	0,12377	0,21901	0,31722	0,02954	0,12477	0,22254	0,32493
PolietilenoTereftalato-PET (%)	1,2	1,995	1,995	0,03392	0,14211	0,25146	0,36421	0,03392	0,14326	0,25551	0,37306
Polietilenos alta e baixa densidade-PEAD+PEBD (%)	12,1	19,533	19,533	0,33207	1,39132	2,46187	3,56575	0,33207	1,40253	2,50154	3,65242
Policloreto de Vinila-PVC (%)	0,6	0,998	0,998	0,01696	0,07106	0,12573	0,18211	0,01696	0,07163	0,12776	0,18653
Polipropileno - PP (%)	1,3	2,156	2,156	0,03665	0,15357	0,27174	0,39358	0,03665	0,15481	0,27612	0,40315
Poliestireno - PS (%)	0,4	0,708	0,708	0,01204	0,05043	0,08923	0,12924	0,01204	0,05083	0,09067	0,13238
Outros plásticos (%)	0,0	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0	0	0
Metais ferrosos (%)	1,1	1,834	1,834	0,03118	0,13065	0,23118	0,33484	0,03118	0,1317	0,23491	0,34298
Metais não ferrosos (%)	0,5	0,869	0,869	0,01477	0,06189	0,10951	0,15861	0,01477	0,06239	0,11127	0,16246
Pilhas e baterias (%)	0,0	0,000		0	0	0	0	0	0	0	0
Vidros (%)	2,0	3,218	3,218	0,05471	0,22921	0,40558	0,58744	0,05471	0,23106	0,41211	0,60172
Terra e pedra (%)	1,2	1,915		0	0	0	0	0	0	0	0
Trapos e panos (%)	4,2	6,758		0	0	0	0	0	0	0	0
Borracha (%)	0,7	1,191		0	0	0	0	0	0	0	0
Papel higiênico/domissanitário (%)	9,9	15,993		0	0	0	0	0	0	0	0
Outros (%)	0,3	0,547		0	0	0	0	0	0	0	0
Total (t/dia)	160,900	42,944		0,7301	3,0588	5,4125	7,8394	0,7301	3,0835	5,4997	8,0299
Total mensal (t/mês)				21,9015	91,7651	162,374	235,181	21,9015	92,5044	164,99	240,897
Número de catadores / cooperados necessários				11	46	81	118	11	46	82	120
Número de cooperativas necessárias				1	2	3	4	1	2	3	4

Fonte: Consimares, 2021.

Fatores apontados:

- Existe 1 cooperativa atualmente, que opera com 23 cooperados;
- 28% de atendimento, sendo 32 bairros atendidos pela coleta seletiva;
- Para atendimento dos cenários apresentados, o município deverá implantar pelo menos mais 1 cooperativa até 2024.

Tabela 6.6 – Gravimetria Consimares considerada para o Município de Monte Mor

Gravimetria Consimares				METAS PLANARES (Considerando crescimento populacional e acréscimo de produção per capita de 0,0% a.a. - kg/hab.dia)				METAS PLANARES (Considerando crescimento populacional e acréscimo de produção per capita de 0,2% a.a. - kg/hab.dia)			
Quantidade atual (t/dia)	47,2	Geral (t/dia)	Seco (t/dia)	2021	2024	2028	2032	2021	2024	2028	2032
				1,7 (%)	6,6 (%)	11,4 (%)	16,2 (%)	1,7 (%)	6,6 (%)	11,4 (%)	16,2 (%)
Matéria Orgânica (%)	56,9	26,857									
Papel, papelão e jornal (%)	5,2	2,431	2,431	0,04132	0,15307	0,27085	0,3923	0,04132	0,1543	0,27522	0,40183
Embalagens longa vida(%)	1,0	0,472	0,472	0,00802	0,02972	0,05259	0,07617	0,00802	0,02996	0,05344	0,07803
Isopor (%)	1,1	0,510	0,510	0,00867	0,0321	0,0568	0,08227	0,00867	0,03236	0,05772	0,08427
PolietilenoTereftalato-PET (%)	1,2	0,585	0,585	0,00995	0,03686	0,06521	0,09446	0,00995	0,03715	0,06627	0,09675
Polietilenos alta e baixa densidade-PEAD+PEBD (%)	12,1	5,730	5,730	0,09741	0,36083	0,63848	0,92476	0,09741	0,36374	0,64876	0,94724
Policloreto de Vinila-PVC (%)	0,6	0,293	0,293	0,00497	0,01843	0,03261	0,04723	0,00497	0,01858	0,03313	0,04838
Polipropileno - PP (%)	1,3	0,632	0,632	0,01075	0,03983	0,07047	0,10207	0,01075	0,04015	0,07161	0,10456
Poliestireno - PS (%)	0,4	0,208	0,208	0,00353	0,01308	0,02314	0,03352	0,00353	0,01318	0,02351	0,03433
Outros plásticos (%)	0,0	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0	0	0
Metais ferrosos (%)	1,1	0,538	0,538	0,00915	0,03388	0,05996	0,08684	0,00915	0,03416	0,06092	0,08895
Metais não ferrosos (%)	0,5	0,255	0,255	0,00433	0,01605	0,0284	0,04113	0,00433	0,01618	0,02886	0,04213
Pilhas e baterias (%)	0,0	0,000		0	0	0	0	0	0	0	0
Vidros (%)	2,0	0,944	0,944	0,01605	0,05945	0,10519	0,15235	0,01605	0,05992	0,10688	0,15605
Terra e pedra (%)	1,2	0,562		0	0	0	0	0	0	0	0
Trapos e panos (%)	4,2	1,982		0	0	0	0	0	0	0	0
Borracha (%)	0,7	0,349		0	0	0	0	0	0	0	0
Papel higiênico/domissanitário (%)	9,9	4,692		0	0	0	0	0	0	0	0
Outros (%)	0,3	0,160		0	0	0	0	0	0	0	0
Total (t/dia)		47,200	12,598	0,2142	0,7933	1,4037	2,0331	0,2142	0,7997	1,4263	2,0825
Total mensal (t/mês)				6,42482	23,7989	42,111	60,9931	6,42482	23,9906	42,7894	62,4756
Número de catadores / cooperados necessários				3	12	21	30	3	12	21	31
Número de cooperativas necessárias				1	1	1	1	1	1	1	2

Fonte: Consimares, 2021.

Fatores apontados:

- Não existência de cooperativa;
- Para atendimento dos cenários apresentados, o município deverá implantar 1 cooperativa.

Tabela 6.7 – Gravimetria Consimares considerada para o Município de Nova Odessa

Gravimetria Consimares				METAS PLANARES (Considerando crescimento populacional e acréscimo de produção per capita de 0,0% a.a. - kg/hab.dia)				METAS PLANARES (Considerando crescimento populacional e acréscimo de produção per capita de 0,2% a.a. - kg/hab.dia)			
Quantidade atual (t/dia)	45	Geral (t/dia)	Seco (t/dia)	2021	2024	2028	2032	2021	2024	2028	2032
				1,7 (%)	6,6 (%)	11,4 (%)	16,2 (%)	1,7 (%)	6,6 (%)	11,4 (%)	16,2 (%)
Matéria Orgânica (%)	56,9	25,605									
Papel, papelão e jornal (%)	5,2	2,318	2,318	0,0394	0,15358	0,27175	0,3936	0,0394	0,15482	0,27613	0,40317
Embalagens longa vida(%)	1,0	0,450	0,450	0,00765	0,02982	0,05277	0,07643	0,00765	0,03006	0,05362	0,07829
Isopor (%)	1,1	0,486	0,486	0,00826	0,03221	0,05699	0,08254	0,00826	0,03247	0,05791	0,08455
PolietilenoTereftalato-PET (%)	1,2	0,558	0,558	0,00949	0,03698	0,06543	0,09477	0,00949	0,03728	0,06649	0,09707
Polietilenos alta e baixa densidade-PEAD+PEBD (%)	12,1	5,463	5,463	0,09287	0,36203	0,6406	0,92784	0,09287	0,36495	0,65092	0,95039
Policloreto de Vinila-PVC (%)	0,6	0,279	0,279	0,00474	0,01849	0,03272	0,04739	0,00474	0,01864	0,03324	0,04854
Polipropileno - PP (%)	1,3	0,603	0,603	0,01025	0,03996	0,07071	0,10241	0,01025	0,04028	0,07185	0,1049
Poliestireno - PS (%)	0,4	0,198	0,198	0,00337	0,01312	0,02322	0,03363	0,00337	0,01323	0,02359	0,03445
Outros plásticos (%)	0,0	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0	0	0
Metais ferrosos (%)	1,1	0,513	0,513	0,00872	0,034	0,06016	0,08713	0,00872	0,03427	0,06112	0,08925
Metais não ferrosos (%)	0,5	0,243	0,243	0,00413	0,0161	0,02849	0,04127	0,00413	0,01623	0,02895	0,04227
Pilhas e baterias (%)	0,0	0,000		0	0	0	0	0	0	0	0
Vídeos (%)	2,0	0,900	0,900	0,0153	0,05964	0,10554	0,15286	0,0153	0,06012	0,10724	0,15657
Terra e pedra (%)	1,2	0,536		0	0	0	0	0	0	0	0
Trapos e panos (%)	4,2	1,890		0	0	0	0	0	0	0	0
Borracha (%)	0,7	0,333		0	0	0	0	0	0	0	0
Papel higiênico/domissanitário (%)	9,9	4,473		0	0	0	0	0	0	0	0
Outros (%)	0,3	0,153		0	0	0	0	0	0	0	0
Total (t/dia)		45,000	12,011	0,2042	0,7959	1,4084	2,0399	0,2042	0,8023	1,4311	2,0894
Total mensal (t/mês)				6,12536	23,878	42,251	61,1959	6,12536	24,0703	42,9317	62,6833
Número de catadores / cooperados necessários				3	12	21	31	3	12	21	31
Número de cooperativas necessárias				1	1	1	2	1	1	1	2

Fonte: Consimares, 2021.

Fatores apontados:

- Existência de 1 cooperativa;
- Para atendimento dos cenários apresentados, o município deverá implantar mais uma cooperativa até 2032;
- Sugere-se a adequação da cooperativa existente para que a coleta nas residências possa ser ampliada.

Tabela 6.8 – Gravimetria Consimares considerada para o Município de Santa Bárbara D'Oeste

Gravimetria Consimares				METAS PLANARES (Considerando crescimento populacional e acréscimo de produção per capita de 0,0% a.a. - kg/hab.dia)				METAS PLANARES (Considerando crescimento populacional e acréscimo de produção per capita de 0,2% a.a. - kg/hab.dia)			
Quantidade atual (t/dia)	142	Geral (t/dia)	Seco (t/dia)	2021	2024	2028	2032	2021	2024	2028	2032
Matéria Orgânica (%)	56,9	80,798		1,7 (%)	6,6 (%)	11,4 (%)	16,2 (%)	1,7 (%)	6,6 (%)	11,4 (%)	16,2 (%)
Papel, papelão e jornal (%)	5,2	7,313	7,313	0,12432	0,48977	0,86663	1,25521	0,12432	0,49372	0,88059	1,28572
Embalagens longa vida(%)	1,0	1,420	1,420	0,02414	0,0951	0,16828	0,24373	0,02414	0,09587	0,17099	0,24965
Isopor (%)	1,1	1,534	1,534	0,02607	0,10271	0,18174	0,26323	0,02607	0,10354	0,18467	0,26963
PolietilenoTereftalato-PET (%)	1,2	1,761	1,761	0,02993	0,11793	0,20866	0,30223	0,02993	0,11888	0,21203	0,30957
Polietilenos alta e baixa densidade-PEAD+PEBD (%)	12,1	17,239	17,239	0,29306	1,15453	2,04288	2,95889	0,29306	1,16383	2,0758	3,03081
Policloreto de Vinila-PVC (%)	0,6	0,880	0,880	0,01497	0,05896	0,10433	0,15111	0,01497	0,05944	0,10601	0,15479
Polipropileno - PP (%)	1,3	1,903	1,903	0,03235	0,12744	0,22549	0,3266	0,03235	0,12846	0,22912	0,33454
Poliestireno - PS (%)	0,4	0,625	0,625	0,01062	0,04184	0,07404	0,10724	0,01062	0,04218	0,07523	0,10985
Outros plásticos (%)	0,0	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0	0	0
Metais ferrosos (%)	1,1	1,619	1,619	0,02752	0,10842	0,19184	0,27785	0,02752	0,10929	0,19493	0,28461
Metais não ferrosos (%)	0,5	0,767	0,767	0,01304	0,05135	0,09087	0,13161	0,01304	0,05177	0,09233	0,13481
Pilhas e baterias (%)	0,0	0,000		0	0	0	0	0	0	0	0
Vidros (%)	2,0	2,840	2,840	0,04828	0,1902	0,33655	0,48746	0,04828	0,19173	0,34198	0,49931
Terra e pedra (%)	1,2	1,690		0	0	0	0	0	0	0	0
Trapos e panos (%)	4,2	5,964		0	0	0	0	0	0	0	0
Borracha (%)	0,7	1,051		0	0	0	0	0	0	0	0
Papel higiênico/domissanitário (%)	9,9	14,115		0	0	0	0	0	0	0	0
Outros (%)	0,3	0,483		0	0	0	0	0	0	0	0
Total (t/dia)		142,000	37,900	0,6443	2,5382	4,4913	6,5052	0,6443	2,5587	4,5637	6,6633
Total mensal (t/mês)				19,3289	76,1475	134,739	195,155	19,3289	76,7609	136,91	199,898
Número de catadores / cooperados necessários				10	38	67	98	10	38	68	100
Número de cooperativas necessárias				1	2	3	4	1	2	3	4

Fonte: Consimares, 2021.

Fatores apontados:

- Existência de 2 cooperativas;
- Para atendimento dos cenários apresentados, o município deverá implantar mais uma cooperativa até 2028, onde passará a atuar com 3 cooperativas para atendimento quanto a geração de resíduos secos provenientes do município;
- Até 2032, sugere-se que o município opere com 4 cooperativas.

Tabela 6.9 – Gravimetria Consimares considerada para o Município de Sumaré

Gravimetria Consimares				METAS PLANARES (Considerando crescimento populacional e acréscimo de produção per capita de 0,0% a.a. - kg/hab.dia)				METAS PLANARES (Considerando crescimento populacional e acréscimo de produção per capita de 0,2% a.a. - kg/hab.dia)			
Quantidade atual (t/dia)	202,09	Geral (t/dia)	Seco (t/dia)	2021	2024	2028	2032	2021	2024	2028	2032
				1,7 (%)	6,6 (%)	11,4 (%)	16,2 (%)	1,7 (%)	6,6 (%)	11,4 (%)	16,2 (%)
Matéria Orgânica (%)	56,9	114,989									
Papel, papelão e jornal (%)	5,2	10,408	10,408	0,17693	0,72112	1,27598	1,84812	0,17693	0,72693	1,29654	1,89304
Embalagens longa vida(%)	1,0	2,021	2,021	0,03436	0,14002	0,24776	0,35886	0,03436	0,14115	0,25176	0,36758
Isopor (%)	1,1	2,183	2,183	0,0371	0,15122	0,26758	0,38757	0,0371	0,15244	0,2719	0,39699
PolietilenoTereftalato-PET (%)	1,2	2,506	2,506	0,0426	0,17363	0,30723	0,44498	0,0426	0,17503	0,31218	0,4558
Polietilenos alta e baixa densidade-PEAD+PEBD (%)	12,1	24,534	24,534	0,41707	1,69987	3,00785	4,35653	0,41707	1,71357	3,05631	4,46242
Policloreto de Vinila-PVC (%)	0,6	1,253	1,253	0,0213	0,08681	0,15361	0,22249	0,0213	0,08751	0,15609	0,2279
Polipropileno - PP (%)	1,3	2,708	2,708	0,04604	0,18763	0,332	0,48087	0,04604	0,18914	0,33735	0,49256
Poliestireno - PS (%)	0,4	0,889	0,889	0,01512	0,06161	0,10902	0,1579	0,01512	0,06211	0,11077	0,16174
Outros plásticos (%)	0,0	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0	0	0
Metais ferrosos (%)	1,1	2,304	2,304	0,03917	0,15963	0,28245	0,4091	0,03917	0,16091	0,287	0,41904
Metais não ferrosos (%)	0,5	1,091	1,091	0,01855	0,07561	0,13379	0,19378	0,01855	0,07622	0,13595	0,19849
Pilhas e baterias (%)	0,0	0,000		0	0	0	0	0	0	0	0
Vídeos (%)	2,0	4,042	4,042	0,06871	0,28005	0,49553	0,71772	0,06871	0,2823	0,50351	0,73516
Terra e pedra (%)	1,2	2,405		0	0	0	0	0	0	0	0
Trapos e panos (%)	4,2	8,488		0	0	0	0	0	0	0	0
Borracha (%)	0,7	1,495		0	0	0	0	0	0	0	0
Papel higiênico/domissanitário (%)	9,9	20,088		0	0	0	0	0	0	0	0
Outros (%)	0,3	0,687		0	0	0	0	0	0	0	0
Total (t/dia)		202,090	53,938	0,9169	3,7372	6,6128	9,5779	0,9169	3,7673	6,7193	9,8107
Total mensal (t/mês)				27,5083	112,116	198,384	287,337	27,5083	113,019	201,58	294,321
Número de catadores / cooperados necessários				14	56	99	144	14	57	101	147
Número de cooperativas necessárias				1	2	4	5	1	2	4	5

Fonte: Consimares, 2021.

Fatores apontados:

- Não existe cooperativa reconhecida pela municipalidade.
- Para atendimento dos cenários apresentados, o município deverá implantar 2 cooperativas até 2024. Sendo necessária a ampliação desse número para 4 cooperativas até 2028 e 5 até 2032.

META 7 - PLANARES

Aumentar a reciclagem da fração orgânica dos RSU.

Indicador Global 7: Percentual da massa total destinada para tratamento biológico

DESCRIÇÃO DO INDICADOR: Envio de 13,5% de toda a massa de RSU nacional para tratamento biológico.

No Brasil, a fração orgânica representa aproximadamente 50% dos RSUs e possui grande potencial de valorização.

O **PLANARES** projetou que 13,5% da fração orgânica dos RSUs gerados no Brasil sejam recuperadas até 2040, a nível nacional.

Tal medida gera diversos benefícios aos municípios, ao meio ambiente e à sociedade em geral, tais como: redução de custos associados ao transporte e disposição final dos resíduos e redução de emissões de gases de efeito estufa (**GEE**).

Ações:

- Priorizar alternativas tecnológicas de tratamento dos resíduos que contemplem as etapas de valorização dos resíduos, tais como incineração com aproveitamento energético e sistemas biológicos com digestão anaeróbia, estabilização e maturação da matéria orgânica e reuso dos compostos gerados no processo;
- Incentivar e apoiar a coleta seletiva e ampliação do sistema de coleta de resíduos domiciliares nos municípios;
- Manter os programas de educação ambiental nos municípios;
- Fomentar incentivos e priorizar empreendimentos de tratamento de resíduos que contemplem etapas de tratamento biológico em seus processos, tais como compostagem e digestão anaeróbia com TMB.

O sistema de Tratamento Mecânico Biológico (TMB) é um método de tratamento de resíduos que combina processos de triagem com tratamento biológico, tais como compostagem ou digestão anaeróbica.

Indicador secundário 7.1: Percentual dos municípios com iniciativas de valorização de resíduos orgânicos.

DESCRIÇÃO DO INDICADOR: Todos os municípios do Brasil devem ter alguma iniciativa de valorização de resíduos orgânicos, como coleta seletiva de orgânicos, compostagem e digestão anaeróbia em escala piloto, unidades de tratamento mecânico biológico, dentre outros, até 2040.

A figura abaixo indica o percentual de municípios que deverão ter alguma iniciativa em conformidade com o indicador de valorização de resíduos orgânicos, com alcance de 100% até 2040.

REGIÃO/ANO	2020	2024	2028	2032	2036	2040
Norte	0%	20%	40%	60%	80%	100%
Nordeste	0%	20%	40%	60%	80%	100%
Centro-Oeste	0%	20%	40%	60%	80%	100%
Sudeste	0%	25%	50%	75%	100%	100%
Sul	0%	25%	50%	75%	100%	100%
Brasil	0%	20%	40%	60%	80%	100%

Figura 6.2 - Percentual de municípios com algum tipo de iniciativa para valorização de resíduos orgânicos até 2040

Fonte: PLANARES, 2020.

META 8 - PLANARES

Aumentar a recuperação e aproveitamento energético de biogás de RSU.

Indicador Global 8: Percentual do biogás gerado pela fração orgânica do RSU aproveitado energeticamente.

DESCRIÇÃO DO INDICADOR: Até 2040 mais de 60% do biogás gerado será aproveitado energeticamente, com potencial para abastecer 9,5 milhões de domicílios com eletricidade.

Ações:

- Captação do biogás para aproveitamento energético com eficiência mínima de 50% nos aterros instalados nos municípios do Consórcio (Aterro de Santa Bárbara

D'Oeste) e nos aterros situados em outras localidades que recebem resíduos dos municípios do Consórcio (ESTRE/Paulínia – Aterro de Indaiatuba), até 2040.

META 9 - PLANARES

Aumentar a recuperação e aproveitamento energético por meio de tratamento térmico de RSU.

Indicador Global 9: Potência instalada (em MW) em unidades de tratamento térmico de RSU.

DESCRIÇÃO DO INDICADOR: Até 2040 o país contará com uma potência instalada de 994 MW, o que seria suficiente para abastecer 27 milhões de domicílios com eletricidade.

De acordo com o PLANARES, a recuperação energética de resíduos sólidos urbanos constitui-se em uma das alternativas de destinação final ambientalmente adequada, conforme previsão constante da PNRS.

Tendo em vista as novas dinâmicas e conformação das cidades, os sistemas de tratamento térmico de RSU, com geração de energia, terão a sua demanda ampliada. Nesse sentido, é projetado que o tratamento térmico será responsável por cerca de 30% de toda a massa desviada da disposição final, o equivalente a 14,6% dos RSUs em âmbito nacional.

O cálculo considera potência instalada com base no Poder Calorífico Inferior (PCI) mínimo para viabilizar a tecnologia.

Ações:

- Priorizar a contratação de empreendimentos que utilizem os sistemas de tratamento térmico de RSU (incineração) com recuperação energética como uma das etapas do processo;
- Realizar avaliação técnica e de qualidade nos fornecedores disponíveis no mercado nacional para confirmar que possuem *know-how* da tecnologia e da operação das plantas;

- Contratar somente empresas com experiência comprovada em gerenciamento de resíduos e especializadas na estruturação de negócios para reciclagem e utilização econômica e ambientalmente adequada dos resíduos, incluindo recuperação de energia por tratamento térmico;
- Contratar estudos de viabilidade técnica e econômico-financeira para avaliar se o empreendimento quando em operação *full scale* atende aos objetivos do município quanto a sustentabilidade do negócio e atendimento às normas técnicas vigentes;
- Dentre os diferentes tipos de tratamento térmico disponíveis no mercado avaliar criteriosamente as vantagens e desvantagens de cada uma com o objetivo de assegurar a eficácia da gestão e do gerenciamento dos RSUs dos municípios que serão tratados nos empreendimentos.
- Realizar estudos de impacto ambiental previamente à contratação do empreendimento levando em consideração fatores socioeconômicos e ambientais.

RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC)

META 1 - PLANARES

Aumentar a reciclagem dos resíduos da construção civil.

Indicador Global 1: Percentual de reciclagem de resíduos da construção civil.

DESCRIÇÃO DO INDICADOR: Projetou-se 25% de reciclagem de RCC até 2040.

Tabela 6.10 - Eliminação de 100% de áreas de disposição irregular de RCC até 2022 (Bota Fora)

Prazo	Curto		Médio		Longo
ANO	2020	2022	2024	2027	2031
%	100	100	100	100	100

* Os percentuais das metas foram previstos para até o ano de 2031, quando deverá haver nova atualização/revisão do
PIGIRS.

* * Os percentuais atuais constam em 100%, pois os municípios consorciados não possuem áreas de disposição irregular
de RCC.

Fonte: Consimares, 2021.

Tabela 6.11 - Implantação de Aterros Classe A (reserva de material inerte para usos futuros) nos municípios do Consórcio atendidos por aterros de RCC não contaminados

Prazo	Curto		Médio		Longo
ANO	2020	2022	2023	2027	2031
%	100	100	100	100	100

* Os percentuais das metas foram previstos para até o ano de 2031, quando deverá haver nova atualização/revisão do PIGIRS.

** Os percentuais atuais constam em 100%, pois os municípios consorciados utilizam aterros particulares para a destinação final deste tipo de resíduo.

Fonte: Consimares, 2021.

Ações:

- Desenvolver Programa Prioritário com metas para implementação das bacias de captação, PEVs – Pontos de Entrega Voluntárias, Ecopontos e metas para os processos de triagem e reutilização dos resíduos classe A;
- Incentivar a presença de operadores privados com RCC, para atendimento da geração proveniente do setor privado;
- Atentar quanto à origem dos RCCs (incluindo resíduos de demolição), pois caso sejam provenientes de áreas contaminadas não poderão ser destinados para aterros sanitários e/ou áreas de reserva de resíduos inertes Classe A;
- Atendimento às normas Estaduais, Federais e Municipais, além daquelas emitidas pelo órgão de controle ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), como por exemplo as diretrizes da Decisão de Diretoria 038/2017, Resolução CONAMA nº 357/2002 e suas respectivas atualizações;
- Monitorar a emissão de MTRs (emitidos eletronicamente a partir de janeiro/2021) e a inclusão dos dados de resíduos gerados pelas empresas no SIGOR (Sistema Estadual de Gerenciamento On-line de Resíduos Sólidos) ou outro sistema que seja indicado pelos municípios e/ou Consórcio;
- Fiscalização periódica: Os resíduos de construção civil não poderão ser dispostos em aterros sanitários, áreas de "bota fora", encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei;

- Desenvolver esforços para a adesão das instituições de outras esferas de governo às responsabilidades definidas no PIGIRS;
- Solicitar a apresentação dos planos de gerenciamentos dos resíduos de construção civil e demolição (PGRCC) das empresas construtoras, incorporadoras e outros responsáveis pela implantação de obras;
- O PGRCC deverá considerar os seguintes temas, dentre outras:
 - I. Tipos de resíduos, quantidades, forma de acondicionamento, caracterização e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos a serem gerados no empreendimento;
 - II. Programas de reciclagem e educação ambiental nas obras e emissão de relatório final informando as quantidades efetivamente enviadas e o nome das unidades receptoras.
- Implantação, operação e manutenção periódica de **PEVs, LEVs, ECOPONTOS e Áreas de Triagem e Transbordo (ATT)** – se aplicável, nos municípios do Consórcio.

RESÍDUOS DOS SERVIÇOS DE SAÚDE (RSS)

META 1 - PLANARES

Aumentar a destinação final ambientalmente adequada dos resíduos de serviço de saúde (RSS).

Indicador Global 1: Percentual de municípios que destinam adequadamente os resíduos dos serviços de saúde a sistemas de tratamento licenciados

DESCRIÇÃO DO INDICADOR: Todos os municípios destinarão adequadamente os RSSs até 2024.

Tabela 6.12 - Tratamento implementado para resíduos perigosos e/ou resíduos que necessitem de tratamento conforme Resolução CONAMA nº 358/2005

Prazo	Curto		Médio		Longo
ANO	2020	2022	2023	2027	2031
%	100	100	100	100	100

* Os percentuais das metas foram previstos para até o ano de 2031, quando deverá haver nova atualização/revisão do FIGIRS.

* * Os percentuais atuais constam em 100%, pois os municípios consorciados não possuem áreas de disposição irregular de RCC.

Fonte: Consimares, 2021.

Tabela 6.13 - Disposição final em local que possua licença ambiental para recebimento de RSS

Prazo	Curto		Médio		Longo
ANO	2020	2022	2023	2027	2031
%	100	100	100	100	100

* Os percentuais das metas foram previstos para até o ano de 2031, quando deverá haver nova atualização/revisão do FIGIRS.

Fonte: Consimares, 2021.

Tabela 6.14 - Implementação de cobrança de RSS gerado pelos particulares, quando o município realizar esse tipo de serviço

Prazo	Curto		Médio		Longo
ANO	2020	2022	2023	2027	2031
%	0	75	100	100	100

* Os percentuais das metas foram previstos para até o ano de 2031, quando deverá haver nova atualização/revisão do FIGIRS.

Fonte: Consimares, 2021.

Ações:

- Registrar os Planos de Gerenciamento de Resíduos de Saúde das instituições públicas e privadas no sistema local de informações sobre resíduos;
- Fiscalização periódica nos pontos geradores;
- Criar cadastro de transportadores de RSS referenciado no sistema local de informações sobre resíduos, com atualização periódica;
- Treinamento e qualificação de pessoal responsável pela coleta, transporte e tratamento dos RSS se realizados pelos serviços municipais.

- Implementar cobrança de taxa ou tarifa para coleta e destinação final ambientalmente adequada de RSS para geradores privados para municípios que executem estas tarefas a privados.

RESÍDUOS DA PODA E VARRIÇÃO (RPV)

Tabela 6.15 – Resíduos de Poda (RP)

Prazo	Curto		Médio		Longo	
ANO	2021	2024	2028	2032	2036	2040
%	-	50	75	100	100	100

Fonte: Adaptado de PLANARES, 2020.

Ações:

- Aquisição ou contratação pelos municípios de trituradores de troncos e galhos;
- Elaborar “Plano de Manutenção e Poda” regular para parques, jardins e arborização urbana atendendo os períodos adequados para cada espécie;
- Estabelecer planos emergenciais de atendimento (ex: quedas de árvores em dias de chuvas fortes, acidentes etc.);
- Realizar compostagem com resíduos orgânicos de origem conhecida.

Tabela 6.16 – Resíduos Orgânico de Feiras Livres e ou Mercados (RO)

Prazo	Curto		Médio		Longo	
ANO	2021	2024	2028	2032	2036	2040
%	-	50	75	100	100	100

Fonte: Adaptado de PLANARES, 2020.

Ações:

- Realizar levantamento dos pontos geradores;
- Implementar coleta seletiva de orgânicos nos pontos que seja viável;

- Realizar compostagem com resíduos de poda.
- Desenvolver Programa Prioritário, estabelecendo coleta seletiva de RSD úmidos em ambientes com geração homogênea (feiras, sacolões, indústrias, restaurantes e outros) e promover a compostagem.

RESÍDUOS RECICLÁVEIS E O TRABALHO DOS CATADORES (RR)

Redução dos resíduos recicláveis secos dispostos em aterro, com base na caracterização realizada pelo Consórcio em 2020.

REGIÃO/ANO	2020	2024	2028	2032	2036	2040
Norte	1,2%	3,2%	5,2%	7,2%	9,2%	11,2%
Nordeste	1,6%	3,6%	5,6%	7,6%	9,6%	11,5%
Centro-Oeste	1,9%	4,5%	7%	9,6%	12,1%	14,7%
Sudeste	1,9%	6,6%	11,4%	16,2%	21%	25,8%
Sul	4,7%	9,5%	14,3%	19,1%	23,9%	28,7%
Brasil	2,2%	5,7%	9,2%	12,8%	16,4%	20%

Figura 6.3 – Metas de redução dos resíduos recicláveis secos dispostos em aterro

Fonte: PLANARES, 2020.

As metas referentes ao aumento da taxa de recuperação de recicláveis secos, com base no PLANARES serão seguidas de acordo com o apresentado para a Região Sudeste.

Tabela 6.17 – Metas de redução de resíduos recicláveis secos dispostos em aterro para os municípios do Consimares

Prazo	Curto		Médio		Longo	
ANO	2021	2024	2028	2032	2036	2040
%	1,9	6,6	11,4	16,2	21	25,8

Fonte: PLANARES, 2020.

Ações:

- Desenvolver Programa Prioritário com metas para avanço por bacia de captação, apoiada nos PEVs e/ou Ecopontos;
- Priorizar a inclusão social dos catadores organizados para a prestação do serviço público e quando necessário, complementar a ação com funcionários e ou empresas terceirizadas atuando sob a mesma logística;

- Promover a inclusão social e emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, incluindo a formalização das contratações por meio de contrato a ser celebrado com os catadores, com o objetivo de atender a **Meta 5 do PLANARES** - **Indicador global 5**: Percentual dos municípios com presença de catadores com contrato formalizado de prestação de serviços de manejo de materiais recicláveis por cooperativas e associações de catadores.

Tabela 6.18 – Meta para os municípios do Consimares para promover a inclusão social e emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis (PLANARES)

Prazo	Curto		Médio		Longo	
ANO	2021	2024	2028	2032	2036	2040
%	11,77	28,4	45,0	61,7	78,3	95,0

Fonte: PLANARES, 2020.

De acordo com a META 5 de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) do PLANARES, foi projetada a meta de 95% de formalização de contratos com cooperativas e associações de catadores, para os municípios que utilizam esse serviço, até 2040.

REGIÃO/ANO	2020	2024	2028	2032	2036	2040
Norte	3%	21,4%	39,8%	58,2%	76,6%	95%
Nordeste	2,4%	20,9%	39,4%	58%	76,5%	95%
Centro-Oeste	9,9%	26,9%	43,9%	60,9%	78%	95%
Sudeste	11,7%	28,4%	45%	61,7%	78,3%	95%
Sul	4,4%	22,6%	40,7%	58,8%	76,9%	95%
Brasil	7,9%	24,5%	42,1%	59,7%	77,4%	95%

Figura 6.4 – Metas de formalização de contratos com cooperativas e associações de catadores até 2040

Fonte: PLANARES, 2020.

Ações:

- Incentivar parcerias entre cooperativas e associação de catadores e os grandes geradores;
- Implementar o manejo de resíduos secos em programas escolares;

- Implementar o manejo de resíduos secos em programas para feiras livres;
- Desenvolver Programa Prioritário, estabelecendo coleta seletiva de RSD úmidos em ambientes com geração homogênea (feiras, sacolões, indústrias, restaurantes e outros) e promover a compostagem;
- Estruturação e implementação dos sistemas de logística reversa de alguns resíduos, que está bem definida na PNRS como sendo obrigação dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, tendo como referência os acordos setoriais estabelecidos ou em processo de discussão/implantação.

7. Estrutura Legal para Resíduos Sólidos

O desenvolvimento tecnológico possibilitou o aumento da população humana e sua concentração em grandes centros. Tais fatores aumentaram a pressão sobre o meio, quer seja como fornecedor de insumos para a produção dos bens necessários à manutenção dos aglomerados urbanos, quanto como destinatário final dos resíduos.

A sociedade do consumo na qual estamos todos inseridos copia os padrões civilizatórios dos países desenvolvidos, ampliando os problemas acima descritos pela geração de uma quantidade ainda maior de resíduo, o qual sem o destino ou recuperação adequada pode comprometer o ambiente e a qualidade dos serviços ambientais ofertados pelo mesmo.

A preocupação com a perda ou inutilização dos recursos naturais, com a destruição dos ecossistemas, com os problemas de saúde pública que podem advir da poluição e da contaminação e, o desperdício de energia, fez com que a sociedade e seus representantes, em resposta a estes problemas editassem leis e buscassem tecnologias para evitar, ou ao menos mitigar tais problemas. A Constituição Federal, no seu artigo 225, determinou que a responsabilidade pela manutenção dos ecossistemas e da sadia qualidade de vida era de todos, expressando também os conceitos de solidariedade para as gerações presentes e futuras.

A Carta Magna determina que União, Estados, Distrito Federal e Municípios tem competência comum para proteção ambiental e combater a poluição (artigo 23, VI),

competência comum dos três primeiros entes para legislar sobre tais assuntos e, competência suplementar das municipalidades sobre estes tópicos, por razões de interesse local, por lacuna da lei ou para legislação ambientalmente mais restritiva (art. 24, VI c/c art. 30, I e II). O artigo 30, inciso V, determina que os serviços públicos essenciais, categoria em que se enquadra a coleta de resíduo sólido, deve ser organizado e prestado diretamente ou indiretamente pelos municípios. O maior detalhamento legal sobre como proceder com os resíduos sólidos se deu por meio de normas administrativas, mais aptas a atualização e a descrição dos pormenores de cada tipologia, em razão do seu trâmite simplificado que permite sua maior profusão.

Análise do Artigo 225 da Constituição Federal

A Constituição Federal, promulgada no ano de 1988, inovou ao apresentar uma estrutura de composição para a tutela de valores ambientais reconhecendo a existência desse bem, que não possui características de bem público e tampouco privado, mas sim de uma nova concepção: a de direitos difusos (FIORILLO, 2010), como se verifica no art. 225 da CF/88:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 2010).

Esse dispositivo pode ser dividido em quatro partes. Ao mencionar que é um direito de todos, estende o gozo e exercício pleno e absoluto às pessoas amparadas pela soberania brasileira, entre elas, os brasileiros e estrangeiros residentes no país.

A segunda parte do artigo menciona o bem ambiental de uso comum, mas não confere a ninguém sua apropriação, seja por pessoa física ou jurídica, compreendendo bem da União, por interpretação analógica, já que o art. 20 deste mesmo Diploma cita vários outros bens que possuem característica ambiental. Sendo bem insuscetível de apropriação, é conferido ao povo a possibilidade de gerenciá-los.

A terceira parte do mencionado artigo traz a finalidade específica deste bem ambiental, como sendo essencial à sadia qualidade de vida de todos aqueles que dele usufruam. Essa finalidade está voltada a um dos princípios fundamentais elencados em nossa Carta Magna

que é o da dignidade da pessoa humana, que deve ter tutelado seus direitos constitucionais mais básicos, ou seja, direito à vida, em seu aspecto fisiológico e moral, direito à educação, à saúde, ao trabalho, ao lazer, à segurança e aos demais preceitos dispostos no art. 6º da CF (FIORILLO, 2010).

O reconhecimento de um meio ambiente ecologicamente equilibrado e sadio está vinculado a aspectos de evidente importância à vida, que merece observância tanto do setor público, quanto de toda coletividade. Ao mencionar que todos têm o dever na proteção dos valores ambientais, o constituinte abre precedente à sociedade de se organizar em associações civis, organizações não governamentais, ditando que esse dever de proteção não é isoladamente tarefa do Estado e que é necessária a cooperação e participação popular nas escolhas de prioridades e nos processos decisórios (MUKAI, 2005).

A participação popular na proteção do meio ambiente foi recepcionada pela Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de 92. O princípio da cooperação traz transparência nas relações entre o Estado e Sociedade, que além de ampliar a participação nos processos da política ambiental, também confere legitimidade e eficácia.

O quarto ponto mencionado no artigo 255 proporciona entender o bem ambiental como fundamental para aqueles que estão usufruindo neste momento quanto às futuras gerações, se reportando, portanto, a um direito futuro e responsabilizando a atual população da tutela deste bem.

Assim, os sujeitos de direito presente deverão exercer a defesa para que os bens ambientais não pereçam para as futuras gerações que deles dependerão. A responsabilidade pela degradação se estende a todos que agem por ação ou omissão e que podem sofrer punições nas esferas civil, penal e administrativa quando verificado a ilicitude do ato.

Lei 6.938/81 – Política Nacional do Meio Ambiente

Vale ressaltar que a Constituição Federal de 1988 recepcionou em seu artigo 255 as regras gerais e princípios de conservação e proteção do meio ambiente da Política Nacional do Meio Ambiente - Lei nº6.938 de 31 de agosto de 1981.

A lei em questão define conceitos básicos como o de meio ambiente, de degradação e de poluição, utilizado neste trabalho, além de determinar seus objetivos, diretrizes e instrumentos.

O art. 2º desta lei menciona que seu objetivo é o da preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida e ainda assegurar condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana.

Podemos dividir o objetivo geral da Política Nacional do Meio Ambiente em três preceitos básicos: preservação, melhoria e recuperação do meio ambiente.

Adotando os conceitos contidos no texto legal temos que preservar é manter o estado natural dos recursos ambientais impedindo a intervenção humana. Melhorar é tornar a qualidade ambiental superior, e para isso é necessário manejo adequado da flora, fauna e outros recursos naturais. Por recuperação entende-se buscar o status quo ante de uma área degradada, ou seja, tornar possível a reabilitação dessa área que sofreu uma alteração adversa das características de seus recursos.

De acordo com o objetivo geral desta lei, tem-se que o direito ao meio ambiente é voltado para a satisfação das necessidades humanas (FIORILLO, 2010), já que este é o destinatário de toda e qualquer norma, bem como a proteção à vida em todas as suas formas.

Nos dizeres de Fiorillo (2010), todos que possuem vida são tutelados e protegidos pelo direito ambiental, sendo certo que um bem, ainda que não seja vivo, pode ser ambiental na medida que possa ser essencial à sadia qualidade de vida de outrem, em face do que determina o art. 255 da Constituição Federal.

Ao analisar os quatro primeiros artigos desta Lei que formalmente institui instrumento jurídico para as políticas públicas de meio ambiente, observa-se que tanto o objetivo geral quanto seus objetivos específicos têm o condão de harmonizar a defesa do meio ambiente com o desenvolvimento econômico e social para a promoção do desenvolvimento sustentável e efetivação do princípio constitucional: o da dignidade da pessoa humana.

Não resta dúvida de que o desenvolvimento é permitido, mas desde que seja realizado de forma sustentável e planejada, para que os recursos ambientais existentes não se esgotem.

A Lei que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente traz em seu texto uma série de aspectos e princípios norteadores que estão em harmonia com aqueles elencados no documento constitucional. Esses princípios são os pilares de nosso sistema político-jurídico na esfera ambiental, estando em conformidade com a nossa realidade social e valores culturais, alguns, inclusive, sendo adotados internacionalmente por salvaguardar o bem ambiental.

Os princípios dispostos no texto da Lei n. 6.938/81 são um prolongamento daqueles formulados na Conferência de Estocolmo de 1972, conhecidos como Princípios da Política Global do Meio Ambiente, que sofreram ampliação na ECO-92 (FIORILLO, 2010).

7.1. Princípios Gerais do Direito Ambiental

Há, no campo do Direito Ambiental, princípios próprios que são fundamentais para garantir-lhe a autonomia disciplinar em face de outros ramos do Direito. Alguns desses foram adotados no presente trabalho, entre eles os conceitos trazidos pelo Princípio do Desenvolvimento Sustentável, Princípio do Poluidor-Pagador, Princípio da Prevenção, Princípio da Precaução, Princípio da Participação, Princípio da Equidade e Princípio da Ubiquidade, que serão comentados adiante.

O Princípio do Desenvolvimento Sustentável decorrente do “Princípio 5” da Declaração de Estocolmo de 1972, é reafirmado pela Declaração do Rio de Janeiro de 1992 em seu “Princípio 3” que estabelece que *“o direito ao desenvolvimento deve ser exercido de tal forma que responda equitativamente às necessidades de desenvolvimento e ambientais das gerações presentes e futuras”*.

É importante mencionar que esse princípio modifica os conceitos de desenvolvimento firmado em um Estado liberal e passa a exigir do Poder Público ações que assegurem à coletividade a sustentabilidade de recursos ambientais, demonstrando que estes não são inesgotáveis, não podendo admitir, portanto, que instituições financeiras os reconheçam de forma contrária.

Nas palavras de Fiorillo (2010), esse princípio se pauta na:

“(...) manutenção das bases vitais da produção e reprodução do homem e de suas atividades, garantindo igualmente uma relação satisfatória entre os homens e destes com o seu ambiente, para que as futuras gerações também tenham oportunidade de desfrutar os mesmos recursos que temos hoje à nossa disposição”.

O princípio possui grande importância, pois busca o equilíbrio entre o desenvolvimento social, o crescimento econômico e a utilização dos recursos naturais. Para que isso aconteça é importante que o planejamento territorial esteja em consonância com os limites da sustentabilidade.

É importante ressaltar que esse princípio não tem o condão de impedir o desenvolvimento econômico, mas pretende minimizar a degradação ambiental, que muitas vezes é consequência desse processo. A prioridade deste elemento é assegurar a existência digna, por meio de uma vida com qualidade a todos.

É com base neste preceito que a Constituição Federal vigente estabelece que a ordem econômica é fundada na livre iniciativa, na valorização do trabalho humano, na justiça social e defesa ao meio ambiente.

“Art. 170. A ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos existência digna, conforme os ditames da justiça social, observados os seguintes princípios: (...) VI – defesa do meio ambiente, inclusive mediante tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos de elaboração e prestação”. (BRASIL, 1988)

O Princípio do Poluidor-Pagador é de origem econômica e tem seu fundamento na constatação de que os recursos naturais são escassos e a sua utilização na produção e consumo acarreta-lhe redução e degradação.

A Constituição Federal em seu artigo 255 abrangeu a todos (pessoas físicas ou jurídicas de direito público ou privado) como responsáveis na configuração de dano ambiental,

recepcionando os conceitos de poluidor, poluição e degradação ambiental descritos no artigo 3º da Lei 6.938/81:

“Art. 3º. Para fins previstos nesta lei, entende-se por:

(...)

II – degradação da qualidade ambiental, a alteração adversa das características do meio ambiente;

III – poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividade que direta ou indiretamente:

- a) Prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b) Criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) Afetem desfavoravelmente a biota;
- d) Afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e) Lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos

IV – poluidor, a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental” (BRASIL, 1981)

Segundo Fiorillo (2010):

“(...) a definição do princípio foi dada pela Comunidade Europeia, que preceitua: ‘as pessoas naturais ou jurídicas, sejam regidas pelo direito público ou pelo direito privado, devem pagar os custos das medidas que sejam necessárias para eliminar a contaminação ou para reduzi-la ao seu limite fixado pelos padrões ou medidas equivalentes que assegurem a qualidade de vida, inclusive os fixados pelo Poder Público competente”.

Pode-se identificar no princípio do poluidor-pagador o seguinte:

- a) Busca evitar a ocorrência de danos ambientais, ou seja, impõe ao poluidor o dever de arcar com as despesas de prevenção de danos ao meio ambiente que a sua atividade possa ocasionar. Esse primeiro aspecto do princípio manifesta ter caráter preventivo.
- b) Ocorrido o dano, busca a sua reparação, assumindo, portanto, um caráter repressivo, desta forma o poluidor será responsável pelo dano ao provocado ao meio ambiente em razão da atividade desempenhada.

Vale salientar que há neste caso responsabilidade civil, porquanto o pagamento resultante da poluição não possui caráter de pena, nem de sujeição a infração administrativa, o que, por evidente, não exclui a cumulatividade destas, como prevê a Carta Magna no parágrafo 3º do artigo 225.

“Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

(...)

§ 3º As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, as sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados”.

O princípio em questão determina a incidência e aplicação de alguns aspectos do regime jurídico da responsabilidade civil aos danos ambientais:

- a) Responsabilidade civil objetiva;
- b) Prioridade da reparação específica do dano ambiental; e
- c) Solidariedade para suportar os danos causados ao meio ambiente.

É importante ressaltar que há doutrinadores em matéria de Direito Ambiental que não distinguem princípio de prevenção do de precaução, enquanto outros entendem que, embora sejam próximos, não se confundem, apresentando características distintas. Para o presente projeto foi adotada a segunda teoria.

O Princípio da Prevenção é um dos mais importantes em matéria ambiental, uma vez que a prevenção é preceito fundamental, já que os danos, muitas vezes, são irreversíveis e irreparáveis. (FIORILLO, 2010)

Na opinião de Fiorillo (2010), diante da impotência do sistema jurídico, incapaz de restabelecer, em igualdades de condições, uma situação idêntica à anterior, adota-se o princípio da prevenção do dano ao meio ambiente como sustentáculo do direito ambiental, consubstanciando-se como seu objetivo fundamental.

Prevenção é o termo que pode apresentar muitos significados, mas a principal dá a ideia de antecipar-se, chegar antes, de ação que impede a ocorrência de um mal, de tomar medidas antecipadas contra algo ou alguém. É esse o sentido empregado no direito ambiental.

Diferencia-se do princípio da precaução, na medida em que esse tem como finalidade evitar um risco desconhecido, ou pelo menos incerto, enquanto que o princípio em análise tem aplicação contra os riscos já conhecidos, seja porque já experimentados ou porque já existem técnicas capazes de prever sua ocorrência. (FRANCIOLI, 2010)

Esse princípio, reconhecido pela Declaração do Rio de Janeiro sobre Meio Ambiente, de 1992, como um dos mais importantes ali mencionados tornou-se princípio norteador no direito ambiental brasileiro, sendo igualmente recepcionado pela nossa Constituição Federal em seu artigo 225, mencionando o dever do Poder Público e da coletividade de proteger e preservar o meio ambiente.

Nos dizeres de Fiorillo (2010), a prevenção e a preservação devem ser concretizadas por meio de uma consciência ecológica que deve ser desenvolvida por meio de política de educação ambiental e vai além ao mencionar que a efetiva prevenção do dano deve ser exercida pelo Estado na punição correta ao poluidor.

Para prevenir é imprescindível conhecer o bem que se pretende proteger, ou seja, é importante realizar um levantamento completo de dados e informações para que se possa identificar em que sentido de dará a prevenção.

A partir da determinação constitucional, foram criados instrumentos jurisdicionais e não jurisdicionais, tendo em mira a efetivação desse princípio.

Por instrumentos jurisdicionais há a possibilidade de ajuizamento de ações que visem uma atuação preventiva, com o intuito de se evitar o início da degradação, entre elas podemos citar as liminares antecipatórias dos efeitos do mérito e as medidas cautelares.

Como instrumentos não jurisdicionais temos: estudo prévio de impacto ambiental, manejo ecológico, as licenças, o tombamento, o zoneamento industrial, as sanções administrativas, as fiscalizações, as auditorias ambientais, entre outros atos do Poder Público.

De acordo com o professor Paulo Affonso Leme Machado (2000), o princípio da precaução foi introduzido no ordenamento jurídico brasileiro após o princípio da prevenção.

“A Lei de Política Nacional do Meio Ambiente no Brasil inseriu como objetivos dessa política pública a compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico e a preservação dos recursos ambientais, com vistas à sua utilização racional e disponibilidade permanente (art. 4, I e VI).

Entre os instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente colocou-se a avaliação dos impactos ambientais (art. 9, III). A preservação passa a ter fundamento no Direito Positivo nessa lei pioneira da América Latina. Incontestável tornou-se a obrigação de prevenir ou evitar o dano ambiental quando o mesmo pudesse ser detectado antecipadamente. Contudo, no Brasil de 1981, ainda não havíamos chagado expressamente a introduzir o princípio da precaução”. (MACHADO, 2000)

A origem do termo precaução decorre do Princípio 15 da Declaração do Rio de Janeiro sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, especificamente quando se fala na “precaução” e em “ameaça” de danos irreversíveis.

Machado (2000) menciona que em caso de certeza do dano ambiental, deve este ser prevenido, de acordo com o princípio da prevenção. No caso de dúvida ou incerteza, também se deve agir prevenindo, sendo essa a grande inovação do princípio da precaução.

Fiorillo (2010) denomina princípio da participação como um “agir em conjunto”, ou seja, que haja uma colaboração e cooperação entre Poder Público e coletividade objetivando a proteção ao meio ambiente.

Para o Professor configura num dever a preservação tanto por parte da coletividade quanto do Poder Público, existindo dois elementos fundamentais para a sua efetivação: informação ambiental (Lei nº 6.938/1981) e educação ambiental (Lei nº 9.795/1995).

Segundo o mesmo autor o princípio da participação constitui ainda um dos elementos do Estado Social de Direito, porquanto todos os direitos sociais são a estrutura essencial de uma saudável qualidade de vida. (FIORILLO, 2010)

Machado (2000) cita o princípio da equidade do acesso aos recursos naturais como sendo um princípio do direito ambiental, afirmando que esta consta do “Princípio 5” da

Declaração de Estocolmo, ao estabelecer que os recursos não renováveis da Terra devem ser utilizados de forma a evitar o perigo do seu esgotamento futuro e a assegurar que toda a humanidade participe dos benefícios de tal uso.

A utilização saudável do meio ambiente deve ser partilhada de forma equitativa por toda humanidade, na legislação brasileira, particularmente no âmbito ambiental há certa indeterminabilidade de sujeitos, assim, todos são ao mesmo tempo responsáveis e beneficiários do bem ambiental, o que confere acesso equitativo dos mesmos.

O Princípio ambiental da ubiquidade significa que o meio ambiente, além de bem de uso comum do povo, configura condição prévia para a existência e exercício dos direitos humanos.

Esse princípio também é decorrente do enunciado do "Princípio 5" da Declaração de Estocolmo de 1972, já que o objeto de proteção do meio ambiente, que constitui o ponto central dos direitos humanos, possibilita a existência de uma vida sadia. (FIORILLO, 2010)

Rodrigues (2002) salienta que, pelo princípio da ubiquidade, os bens ambientais naturais, tendo caráter onipresente, colocam-se em posição soberana a qualquer limitação espacial ou geográfica, podendo ser partilhados por toda humanidade, como menciona o "Princípio 15" da Declaração supra citada.

7.1.1. Lei nº 9795/1999 – Política Nacional de Educação Ambiental

A educação ambiental representa um passo preliminar importante para a implantação da política ambiental, sendo assim, uma ferramenta fundamental a ser considerada no planejamento e execução dos programas de resíduos sólidos.

A incorporação dos conceitos do desenvolvimento sustentável e da conservação ambiental no dia a dia da população requer uma mudança de cultura. A inserção desses novos conceitos exige um sistema de comunicação eficiente que atinja todos os segmentos da sociedade, por meio do estabelecimento de um programa de educação ambiental que mobilize e envolva toda a população.

A educação ambiental decorre do princípio da participação na tutela do meio ambiente, tanto que o art. 25 da CF/88 em seu §1º, inciso VI, estabelece a importância da educação

ambiental em todos os níveis além da promoção da consciência ecológica do povo, que é titular do direito ao meio ambiente.

Para Fiorillo (2010) educar ambientalmente significa:

- a) Reduzir os custos ambientais, à medida que a população atuará como guardião do meio ambiente;
- b) Efetivar o princípio da prevenção;
- c) Fixar a ideia de consciência ecológica, que buscará sempre a utilização de tecnologias limpas;
- d) Incentivar a realização do princípio da solidariedade, no exato sentido que perceberá que o meio ambiente é único, indivisível e de titulares indetermináveis, devendo ser justa e distributivamente acessível a todos;
- e) Efetivar o princípio da participação.

A Lei Federal nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental, define como educação ambiental os *“processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade”*.

O artigo 5º desta mesma lei enumera os objetivos principais que devem ser seguidos pela Educação Ambiental, cabendo destaque ao inciso I, que menciona como sendo um dos objetivos fundamentais da educação ambiental o *“desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos”*.

A educação ambiental, como instrumento a ser utilizado para a concretização desses objetivos, deve possibilitar ao indivíduo oportunidades para desenvolver uma sensibilização perante aos problemas ambientais, além de propiciar uma reflexão sobre estes problemas e a busca por soluções alternativas.

A conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992, com destaque a Agenda 21 que em seu capítulo 36 – Promoção do Ensino, da Conscientização e do

Treinamento -, recomenda que a educação ambiental seja desenvolvida tanto em instituições formais quanto não-formais de ensino e deve atender todas as faixas etárias.

Dessa forma, a educação ambiental deverá ser implantada no ensino formal, ou seja, deve fazer parte do currículo de instituições públicas e privadas do país e também através de ações educativas voltadas à sensibilização da coletividade, em sua modalidade não formal.

A sensibilização ambiental é uma etapa preliminar, porém, significativa no processo da conscientização ambiental.

O princípio 8º da Agenda 21 menciona que:

"A fim de alcançar o desenvolvimento sustentável e uma qualidade de vida mais elevada para todos os povos, os países devem reduzir e eliminar padrões insustentáveis de produção e consumo, e promover políticas demográficas adequadas".

Porém, em uma sociedade marcada pelo consumo, onde os desejos se confundem com necessidades, torna-se muito mais difícil tratar com questões ambientais, como redução de energia, emissão de gases, disposição inadequada de resíduos, poluição do solo, ar e água. Diante deste paradigma a Educação Ambiental surge como a busca de uma nova mentalidade de conservação, de repensar as relações homem-natureza e, sobretudo, de repensar os atuais modelos de desenvolvimento.

7.1.2. Lei n. 10.257/2001 – Estatuto da Cidade

José Afonso da Silva (2000) define o direito ambiental como sendo o "conjunto de normas jurídicas disciplinadoras da proteção da qualidade do meio ambiente", definição pautada nos dizeres do artigo 255 da Constituição Federal.

O conceito de meio ambiente trazido pela Lei nº 6.938/1981 – Política Nacional do Meio Ambiente – em seu artigo 3º, inciso I, preceitua que é "o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas". Os recursos ambientais seriam "a atmosfera, as águas interiores,

superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora”.

O eminente constitucionalista, com base nos preceitos constitucionais e da lei supra citada, amplia a definição de meio ambiente mencionando ser a integração do conjunto de elementos naturais, artificiais e culturais que propiciem o desenvolvimento equilibrado da vida em todas as suas formas. (SILVA, 2000)

A partir dessa definição pode-se assumir algumas modalidades do meio ambiente: o meio ambiente natural, o artificial, o cultural e o do trabalho.

Para Pinheiro (2008), a Constituição estabelece uma proteção especial aos objetos de outros ramos do direito, como o objeto do direito urbanístico e do direito do trabalho, ou seja, ao espaço urbano e ao espaço onde são desenvolvidas atividades laborais, conferindo a eles status de bem ambiental.

Para Fiorillo (2010), o meio ambiente artificial é formado pelo espaço urbano construído, como o conjunto de edificações, equipamentos urbanos e comunitários, denominado espaço urbano fechado e pelos equipamentos públicos, como ruas, praças e áreas verdes, chamados de espaço urbano aberto.

Desta forma, todo o espaço construído, bem como todos os espaços habitáveis pelo homem compõem o meio ambiente artificial.

Para o autor esse conceito de meio ambiente artificial está diretamente relacionado ao conceito de cidade, que a Constituição Federal menciona ter natureza jurídica ambiental, assim como o Estatuto da Cidade. (FIORILLO, 2010)

O ambiente artificial recebe tratamento diferenciado no que diz respeito a sua proteção no artigo 182 e 183, dispositivos referentes à política urbana, além do artigo 5º, XXIII, que disciplina que a propriedade atenderá a sua função social, artigo 21, XX, que dispõe sobre a competência da União para instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano, inclusive habitação, saneamento básico e transportes urbanos e o artigo 255, todos da Constituição Federal.

Dessa forma, não há como desvincular o meio ambiente artificial do conceito de direito à sadia qualidade de vida, bem como aos valores de dignidade humana e da própria vida.

A Carta Magna conta com um Capítulo sobre Política Urbana (arts. 182 e 183), que prevê instrumentos para a garantia, no âmbito de cada município, do direito à cidade, da defesa de sua função social, da propriedade e da democratização da gestão urbana.

É importante mencionar que de acordo com o texto constitucional a função social da cidade é cumprida quando proporciona a seus habitantes o direito à vida, à segurança, à igualdade, à propriedade e à liberdade, ou seja, quando proporciona aos seus habitantes uma vida com qualidade.

A política de desenvolvimento urbano tem uma finalidade maior, conforme ensina Machado (2000), que é a de proporcionar aos moradores da cidade a sensação de bem estar.

O Estatuto da Cidade configura a norma norteadora do meio ambiente artificial, além de trazer instrumentos de política e de planejamento urbano na direção de uma cidade mais equitativa, sustentável e democrática.

A referida lei disciplina o uso da propriedade urbana, as principais diretrizes do meio ambiente artificial, baseada no equilíbrio do meio ambiente, sempre observando os dispositivos jurídicos descritos nos arts. 182 e 183 da CF.

O art. 2º, inciso I, da Lei nº 10.257/2001, tem como fundamento geral a garantia do direito às cidades sustentáveis, entendido na esfera jurídica, como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e ao lazer, sempre observando o preceito da dignidade humana e universalidade a todos seus destinatários.

Nos dizeres de Pinheiro (2008), o direito ao saneamento ambiental permite a preservação da incolumidade físico-psíquica, vinculada ao local onde vivem, bem como aos demais valores vinculados à tutela dos bens ambientais adstritas a determinado meio em que as pessoas se relacionam.

No plano de saneamento ambiental, alguns direitos materiais fundamentais vinculados à pessoa estruturam os valores de bem estar e salubridade elencados no Estatuto da Cidade, divididos por Fiorillo (2010) da seguinte forma:

- 1) Direito ao uso de águas (tanto as águas potáveis destinadas ao consumo da pessoa humana – o que deverá ser garantido em face de distribuição realizada por um

fornecedor público, observada a possibilidade alternativa de atuação de fornecedor privado, conforme autoriza a legislação em vigor – como aquelas destinadas à higiene);

- 2) Direito a esgoto sanitário;
- 3) Direito ao ar atmosférico e sua circulação, como bem ambiental essencial à sadia qualidade de vida;
- 4) Direito ao descarte de resíduos, enquanto materiais resultantes da existência do homem e suas necessidades, cuja coleta se evidencia como dever do Poder Público municipal.

7.1.3. Lei nº 11.445/2007 – Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico

O saneamento básico ou saneamento ambiental é uma atividade humana que reúne ao lado da complexidade técnica, um intrincado leque de relações sociais e econômicas privadas e públicas.

Os serviços públicos de saneamento básico, a partir da Lei nº 11.455/2007, estão submetidos a princípios fundamentais descritos no art. 2º desta, que menciona a questão da universalidade do acesso, integralidade e disponibilidade, ou seja, houve recepção do princípio expresso no art. 37, caput da CF.

Dispõe ainda que serviços como os de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos serão prestados de formas adequadas no que diz respeito à saúde pública e à preservação do meio ambiente.

A lei conceitua em seu artigo 3º, inciso I, item c, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos como sendo o conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas, fazendo, portanto, uma delimitação quanto ao tipo de resíduo.

Fiorillo (2010) amplia a interpretação do aludido artigo ao mencionar que os fornecedores dos serviços, além de submetidos ao que estabelece o Código de Defesa do Consumidor (Lei nº 8.078/1990) e os incisos deste art. 2º, deverão obedecer ao plano diretor de cada cidade no tocante a adoção de métodos, técnicas e processos e articulação com as políticas de desenvolvimento urbano regional.

O gerenciamento de resíduos perigosos industriais, de serviços de saúde, os de construção civil, todos regulamentados por legislação própria não serão de responsabilidade do município e sim do gerador, salvo se, por decisão legal do Poder Público Municipal, este incluir tais resíduos como sendo resíduo sólido urbano (art. 6º) e/ou forem gerados pelo próprio município.

De acordo com o texto do art. 7º desta lei, o serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos compreende atividades de coleta, transbordo e transporte dos resíduos doméstico e do originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas, além de triagem para fins de reuso ou reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada.

É importante ressaltar que a lei não dispõe sobre coleta seletiva, apenas menciona que poderá ser realizada coleta regular, mas que seu resíduo será, posteriormente, triado e segregado em uma usina de processamento.

Com relação ao tratamento, menciona poder ser feita compostagem do resíduo urbano segregado na unidade de triagem.

Toshio Mukai (2009) em sua obra "Saneamento Básico Diretrizes Geras – Comentários à Lei nº 11.445 de 2007", aponta que a administração direta deve fiscalizar as atividades executadas diretamente ou delegadas, além de uma organização administrativa mínima de planejamento que conte com uma estrutura física, recursos financeiros e pessoas que trabalhem neste setor.

De acordo com o art. 30 da CF, é competência municipal, entre outras, legislar sobre assunto de interesse local e prestar serviços públicos de interesse local, ou seja, é competência municipal a prestação direta ou mediante celebração de contrato de concessão ou permissão, dos serviços de saneamento básico, que são de interesse local, entre os quais, o da coleta, tratamento e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos sólidos.

A lei menciona a exigência da elaboração de um plano municipal de gestão integrada, como condição para acesso aos recursos provenientes da União. Este plano deverá conter diagnóstico e proposições para o cenário futuro.

Inova a lei ao autorizar que por meio de lei os municípios possam disciplinar consórcios públicos e convênios para a gestão associada de serviços públicos por eles prestados, fazendo, inclusive, menção à Lei nº 11.107/2005 – Lei dos Consórcios.

É importante ressaltar que as diretrizes estabelecidas pela lei em questão se baseiam em princípios fundamentais, tais como, sustentabilidade econômica, tecnologias adequadas às particularidades locais e regionais e articulação entre setor público e sociedade civil, além de ter o condão de garantir o direito a cidades sustentáveis assegurado no plano constitucional e aprofundado pelas normas jurídicas do Estatuto da Cidade.

Em 2020 esta Lei foi aprimorada com a publicação do novo marco regulatório do saneamento básico.

7.1.4. Lei nº 14.026/2020 – Atualização do Marco Legal do Saneamento Básico

Em 16 de julho de 2020 foi publicado no Diário Oficial da União (D.O.U.) a Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, que atualiza o marco legal do saneamento básico no Brasil, atribui à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento e aprimora a Lei nº 11.455/2007 para permitir condições estruturais de saneamento básico no país. O novo marco também atualiza a Lei nº 12.305 (PNRS), de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos em todo o território nacional.

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, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar

dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados.

Os principais destaques dessa Lei foram apresentados no capítulo 1 – Introdução deste documento e abaixo destaca-se o art. 35 e o art. 54 que têm relação direta com a prestação de serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, foco deste trabalho:

Art. 35. As taxas ou as tarifas decorrentes da prestação de serviço de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos considerarão a destinação adequada dos resíduos coletados e o nível de renda da população da área atendida, de forma isolada ou combinada, e poderão, ainda, considerar:

I - (revogado);

II - as características dos lotes e as áreas que podem ser neles edificadas;

IV - o consumo de água; e

V - a frequência de coleta.

§ 1º Na hipótese de prestação de serviço sob regime de delegação, a cobrança de taxas ou tarifas poderá ser realizada na fatura de consumo de outros serviços públicos, com a anuência da prestadora do serviço.

§ 2º A não proposição de instrumento de cobrança pelo titular do serviço nos termos deste artigo, no prazo de 12 (doze) meses de vigência desta Lei, configura renúncia de receita e exigirá a comprovação de atendimento, pelo titular do serviço, do disposto no art. 14 da Lei Complementar nº 101, de 4 de maio de 2000, observadas as penalidades constantes da referida legislação no caso de eventual descumprimento.

§ 3º Na hipótese de prestação sob regime de delegação, o titular do serviço deverá obrigatoriamente demonstrar a sustentabilidade econômico-financeira da prestação dos serviços ao longo dos estudos que subsidiaram a

contratação desses serviços e deverá comprovar, no respectivo processo administrativo, a existência de recursos suficientes para o pagamento dos valores incorridos na delegação, por meio da demonstração de fluxo histórico e projeção futura de recursos."

(...)

Art. 54. 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.

§ 1º (VETADO).

§ 2º Nos casos em que a disposição de rejeitos em aterros sanitários for economicamente inviável, poderão ser adotadas outras soluções, observadas normas técnicas e operacionais estabelecidas pelo órgão competente, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais." (NR) (BRASIL, 2020)

O texto do novo marco legal do saneamento básico incluiu uma nova prorrogação dos prazos para encerramento dos lixões que vence em 2021 para capitais e suas regiões metropolitanas, e até 2024, para municípios com menos de 50 mil habitantes.

7.1.5. Lei nº 12.300/2006 – Política Estadual de Resíduos Sólidos

A lei que define a Política Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo traz entre seus princípios, a visão sistêmica na gestão dos resíduos sólidos, que devem levar em consideração os aspectos sociais, culturais, econômicos, ambientais, tecnológicos e de saúde pública.

O mesmo artigo incentiva a articulação entre o setor público, iniciativa privada e sociedade civil para a gestão compartilhada dos resíduos sólidos, além de promover a inclusão de catadores nos serviços de coleta seletiva que deve ser realizada pelos municípios.

Interessante ponto dessa lei é a preocupação com a erradicação do trabalho infantil, reconhecendo que muitas famílias sobrevivem de recursos advindos da comercialização de resíduos sólidos, promovendo a inclusão social dessas famílias.

Nessa mesma direção, a Lei em análise dispõe sobre o incentivo à criação e desenvolvimento de cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis para que realizem a coleta e separação de materiais, bem como um programa gradual de capacitação a essas pessoas que atuaram neste setor.

Diferentemente da Lei que dispõe sobre Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico que não fez alusão às ações de redução ou reutilização na fonte, a Lei Estadual se refere à promoção de padrões sustentáveis de produção e consumo, como um de seus princípios assim como a minimização dos resíduos por meio de incentivos às práticas ambientalmente adequadas de reutilização, reciclagem, redução e recuperação, reconhecendo o resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico, gerador de trabalho e renda.

A informação ambiental, que encontra respaldo legal nos artigos, 6º, §3º e 10 da Política Nacional do Meio Ambiente, foi recepcionada pela lei ao trazer em seu texto a importância de garantir à sociedade o direito à informação, pelo gerador, sobre o potencial de degradação ambiental dos produtos e sobre o impacto na saúde pública.

Confere o direito e acesso de toda sociedade à Educação Ambiental que na realidade é efetivada mediante a informação ambiental, que é expressamente descrita no art. 225, §1º, VI, ao dispor que é dever do Poder Público assegurar o cumprimento desse direito.

Um dos objetivos desta lei é o incentivo a cooperação intermunicipal na busca de soluções para problemas comuns no que diz respeito à gestão de resíduos sólidos, mencionado, inclusive a importância dos municípios, que quiserem consorciar-se, a permitir que em seu território seja implantado instalações licenciadas para tratamento e disposição final de resíduos sólidos produzidos em quaisquer outros municípios.

A Lei do Estado de São Paulo traz uma série de conceitos fundamentais pertinentes à política e gerenciamento de resíduos sólidos entre eles:

I – resíduos sólidos são os materiais decorrentes de atividades humanas em sociedade e que se apresentam nos estados sólido ou semissólido, como líquidos não passíveis de tratamento como efluentes, ou ainda os gases contidos;

II – minimização dos resíduos gerados, como sendo a redução, ao menor volume, quantidade e periculosidade possíveis, dos materiais e substâncias, antes de descartá-los no meio ambiente;

III - gestão compartilhada de resíduos sólidos como a maneira de conceber, programar e gerenciar sistemas de resíduos, com a participação dos setores da sociedade com a perspectiva do desenvolvimento sustentável; enquanto que gestão integrada de resíduos sólidos é a maneira de conceber, implementar, administrar os resíduos sólidos considerando uma ampla participação das áreas de governo responsáveis no âmbito estadual e municipal;

O art. 6º deste diploma legal traz definições quanto ao tipo de resíduos, caracterizando-os em algumas categorias, a saber:

I - resíduos urbanos: os provenientes de residências, estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, da varrição, de podas e da limpeza de vias, logradouros públicos e sistemas de drenagem urbana passíveis de contratação ou delegação a particular, nos termos de lei municipal;

II - resíduos industriais: os provenientes de atividades de pesquisa e de transformação de matérias-primas e substâncias orgânicas ou inorgânicas em novos produtos, por processos específicos, bem como os provenientes das atividades de mineração e extração, de montagem e manipulação de produtos acabados e aqueles gerados em áreas de utilidade, apoio, depósito e de administração das indústrias e similares, inclusive resíduos provenientes de Estações de Tratamento de Água - ETAs e Estações de Tratamento de Esgoto - ETEs;

III - resíduos de serviços de saúde: os provenientes de qualquer unidade que execute atividades de natureza médico-assistencial humana ou animal; os provenientes de centros de pesquisa, desenvolvimento ou experimentação na área de farmacologia e saúde; medicamentos e imunoterápicos vencidos ou deteriorados; os provenientes de necrotérios, funerárias e serviços de medicina legal; e os provenientes de barreiras sanitárias;

IV - resíduos de atividades rurais: os provenientes da atividade agropecuária, inclusive os resíduos dos insumos utilizados;

V - resíduos provenientes de portos, aeroportos, terminais rodoviários, e ferroviários, postos de fronteira e estruturas similares: os resíduos sólidos de qualquer natureza provenientes de embarcação, aeronave ou meios de transporte terrestre, incluindo os produzidos nas atividades de operação e manutenção, os associados às cargas e aqueles gerados nas instalações físicas ou áreas desses locais;

VI - resíduos da construção civil: os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras, compensados, forros e argamassas, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações e fiação elétrica, comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha.

Assim como a Lei Federal, esta menciona sobre a obrigatoriedade do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos a ser elaborado e apresentado a cada quatro anos, trazendo informações como a origem, a quantidade e caracterização dos resíduos gerados,

dispondo sobre reciclagem, tratamento e disposição final que atenda aos princípios e fundamentos de proteção ao meio ambiente e saúde pública.

Deverá conter também um diagnóstico da situação atual e proposta futura, analisando questões sociais e de inclusão dos catadores, contando com a participação efetiva de setores da sociedade.

É importante ressaltar que essa participação da população vai além do planejamento, já que, como usuários do serviço de limpeza devem ter algumas responsabilidades no tocante ao acondicionamento dos resíduos gerados para a coleta e disposição final adequada e observância de normas municipais afetas a resíduos sólidos.

7.1.6. Lei nº 12.305/2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos

A gestão de resíduos sólidos obteve seu marco regulatório com o advento do Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Este, embora ainda aguarde regulamentação por decreto, não depende deste para ter validade, mas apenas para ampliar o seu detalhamento, porque trata-se de norma ambiental a qual é sempre autoaplicável, pois versa sobre direitos humanos de terceira geração, as quais tem eficácia imediata e interpretação sempre direcionada a aumentar a proteção ao meio e a vida em todas as suas formas.

A norma em questão determinou que as cooperativas tenham um papel obrigatório na gestão dos resíduos sólidos, quer estes sejam originários no setor público ou privado. Esta obrigatoriedade determina que tais agentes entabulem uma concertação visando ao mesmo tempo não produzir, reduzir, reusar e reciclar os resíduos, assim como gerar emprego e renda. O mesmo vale para a questão da contratação das cooperativas para operar nas cadeias de logística reversa e, de descarte ambientalmente correto dos rejeitos.

Outras normas já haviam abordado a questão da contratação de associações e cooperativas de catadores de material reciclável, do resíduo como material passível de gerar emprego e renda e como fator de inclusão dos recicladores, a Lei da Política Estadual de Resíduos Sólidos de São Paulo, de nº 12.300/2006, artigos 2º, incisos IV e XII, Artigo 3º, inciso IV; e a lei da Política Nacional de Saneamento Básico de nº 11.445/2007, a qual seu artigo 10, § 1º, inciso I, alíneas "a" e "b"; que permite, inclusive, a contratação sem licitação, mas a assertividade, a obrigatoriedade de se contratar as organizações de catadores para fins de

realização de ações de reutilização e reciclagem dos resíduos, veio somente com os arts. 30 e 70, inciso XII, da Lei nº 12.05/2010 (PNRS), a qual em virtude do acordo setorial e da responsabilidade compartilhada, abrange neste comando legal tanto a esfera pública quanto a privada, criando desta forma um mecanismo de inclusão econômica e social, posto tal determinação ser objetivo da Política Nacional de Resíduo Sólido.

A PNRS também estabeleceu como princípios fundamentais da sua aplicação o princípio do protetor-recebedor no seu artigo 6º, inciso II. O mesmo trata-se de uma inovação, vez que institui o conceito de quem protege o meio, receberá ganhos econômicos com isto e, pela sistemática norma neste enquadramento inclui-se o catador, como um agente ambiental, gozando de uma condição privilegiada para fins de contratação.

No mesmo artigo, no inciso VIII, ao resíduo sólido reutilizável e reciclável foi atribuído a condição de bem com valor social e econômico, gerador de emprego e renda, o que equivale a determinar que o mesmo deve servir para melhorar a qualidade de vida de pessoas de baixa renda, como os catadores.

A Norma em comento, estabelece, inclusive, prioridade de compras governamentais para materiais recicláveis e reciclados, assim como de serviços e bens que tenham padrão de consumo socialmente e ambientalmente sustentável (Art. 7º, inciso XI, alíneas "a" e "b"), reforçando no inciso XII do mesmo artigo a integração dos catadores nos processos de reuso e reciclagem. Assim busca ampliar o mercado para absorver as pessoas de baixa renda.

A tecnologia que equivale à etapa de tratamento de resíduo sólido, é a última opção da lista apresentada no artigo Art. 9, da lei 12.305/2010, a qual determina uma nítida ordem de preferência em razão do menor desperdício de energia, água e trabalho acumulado no resíduo, o qual passa a ser visto inclusive como um recurso. Os materiais que podem passar por reuso, reciclagem, compostagem e mesmo produção de gás por biorreatores, envolvem gastos menores de implementação e dão usos mais nobres e conservam melhor os investimentos em insumos.

Em fevereiro de 2020 foi publicado o Decreto nº 10.240 que regulamenta parte da PNRS e estabelece a logística reversa para o recolhimento de resíduos de composição eletrônica, o qual deverá ser implantado em duas fases (Fase 1:2020 e FASE 2: até 2025).

7.1.7. Lei nº 11.107/2005 – Lei de Contratação de Consórcios Públicos

Os problemas ambientais costumam ter dimensões locais, regionais, nacionais e globais, a depender da sua magnitude ou da escala em que se trabalha. Desta mesma forma, se comportam as questões envolvendo resíduos sólidos, em especial com a conurbação das cidades e com a utilização de modelo civilizatório industrial e consumista de forma generalizada, a exigir respostas em grande escala, tanto em âmbito internacional, quanto nacional e regional, as quais necessariamente terão efeitos locais.

Neste tópico será abordada uma resposta institucional nacional, a qual veio por meio da Lei nº 11.107/2005, que regulamentou os consórcios públicos, isto é, consórcios formados por entes federativos, possibilitando a busca conjunta de soluções e ganho de escala e assim, o barateamento das soluções. Esta norma permite agremiações regionais para a obtenção dos seus fins.

A análise do artigo 2º da referida norma nos permite concluir que buscou uma flexibilização das formas de contratação, aqui utilizada de forma genérica, para facilitação de sua operacionalização, dispensando a licitação entre entes da administração, ampliando as formas de se obter verbas do governo e provendo meios de agir sobre o território, com atribuições de influir sobre a propriedade privada por meio de desapropriações e servidões sempre que estiver presente a necessidade ou utilidade pública.

Os consórcios são entes da administração pública indireta e, está autorizado pela lei a cobrar tarifas dos usuários pelos serviços prestados, o que possibilita a cobrança dos beneficiários dos serviços integrados de resíduo sólido. Os consórcios de gestão de resíduos sólidos, por força do artigo 45 da PNRS, terão prioridade em recebimento de verbas federais, por se enquadrarem na política de descentralização e viabilização dos serviços desta natureza, desde que implementem os planos intermunicipais de gestão de resíduos, com previsão de coleta seletiva com reuso e reciclagem e, contratem para tais fins organizações não governamentais constituídas por indivíduos de baixa renda (art. 18, incisos I e II, Lei nº 12.305/2010).

Além das formas de custeio acima mencionadas, o Consórcio poderá receber doação e cessão de direitos sobre bens públicos móveis e imóveis e, outros provenientes de outorgas

de bens e serviços públicos sobre os quais tem o poder de gestão, por força de operação consorciada (art. 4º, § 3º).

A forma como os municípios consorciados suportarão o Consórcio público será por meio de contrato de rateio, a ser formalizado em cada exercício financeiro podendo durar no máximo pelo igual tempo da dotação prevista, exceto para projetos plurianuais ou quanto a gestão de serviço prestado mediante contraprestação. O contrato de rateio não permite que as verbas provenientes do mesmo, sejam utilizadas para despesas genéricas, incluídas nesta rubrica as operações e transferência de crédito (Art. 8º, § 1º e § 2º). A celebração de contrato de rateio, sem a prévia dotação orçamentária e sem observância das formalidades legais, foi tipificada como improbidade administrativa nos termos do inciso XV, do art. 10, da Lei nº 8.429, de 2 de junho de 1992.

As obrigações de prestação de serviço público, as transferências de encargos, bens e pessoal para tanto, que se derem no âmbito do Consórcio, deverão ser efetuadas por meio de contrato de programa, o qual se diferencia do contrato de rateio em razão deste estar vinculado a despesas previstas comuns, e aquele a ônus decorrentes de implementação de serviços públicos que podem se dar entre entes da federação ou com o Consórcio (artigo 13).

Finalmente, a cessão de servidores no âmbito do Consórcio, por meio de contrato de programa, ficou subordinada à legislação de cada município integrante, de acordo com suas próprias regras, conforme art. 4º, § 4º, da Lei de Consórcios, a qual em seu inciso IX traz também a possibilidade de contratação de empregados públicos pelo Consórcio por tempo determinado, sempre vinculando tal tipo de contrato ao interesse público excepcional e a necessidade temporária. Caso a necessidade de contratação se revele perene, necessária será a abertura de concurso público para fins de provimento dos cargos, sob pena de responsabilização.

A Lei de Consórcios veio a preencher lacuna na legislação pátria, a qual dificultava a ação conjunta dos entes da federação para solução dos seus problemas, pela falta de regramento de como poderiam se dar as importantes questões acima discutidas, como a fonte de recursos, a obtenção de pessoal e a união dos entes federados entorno de um objetivo comum. A norma em comento se articula com o posterior Plano Nacional de Resíduos Sólidos,

oferecendo alternativas de operacionalização administrativa conjunta das soluções e comandos previstos para gestão integrada de resíduos sólidos.

7.1.8. Lei nº 4.506/2007 – Protocolo de Intenções – Consórcio Intermunicipal de Manejo de Resíduos Sólidos da Região Metropolitana de Campinas

O Conselho de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Campinas foi instituído pela Lei Complementar nº 870, de 19 de julho de 2000, e instalado por meio do Decreto nº 46.057 de 27 de agosto de 2002, tendo seu regimento interno aprovado em 27 de novembro de 2001.

Esse Conselho é composto por um representante de cada Município que integra a RMC e por representantes do Estado nos campos funcionais de interesse comum, asseguradas à paridade das decisões.

São considerados de interesse comum para o Conselho os seguintes campos funcionais:

- I. Planejamento e uso de solo;
- II. Transporte e sistema viário regionais;
- III. Habitação;
- IV. Saneamento básico;
- V. Meio ambiente; e
- VI. Atendimento social.

Para o Conselho, os resíduos sólidos urbanos e rurais são uma das principais questões ambientais da região, tendo em vista que a disposição inadequada desses resíduos resulta em significativo passivo para muitos dos municípios que integram a RMC, considerando, ainda, que para a solução dos problemas referentes aos resíduos sólidos é necessário o desenvolvimento de ações conjuntas entre os municípios agrupados de forma metropolitana ou microrregional, por meio da constituição de Consórcio intermunicipal.

Apoiados pelo Conselho, alguns municípios da região metropolitana de Campinas iniciaram negociações para a promoção de seu desenvolvimento regional integrado, por meio

da cooperação, principalmente no que diz respeito à prestação de serviços públicos de manejo de resíduos sólidos.

Com a existência de problemas comuns, entre eles, o esgotamento da vida útil de aterros sanitários e o elevado custo dos serviços de transporte dos resíduos para disposição em locais distantes foi sancionada a Lei nº 4.506 em 10 de julho de 2007.

O Protocolo de Intenções para a constituição do Consórcio Intermunicipal de Manejo de Resíduos Sólidos da Região Metropolitana de Campinas foi ratificado pelos municípios de Americana, Hortolândia, Monte Mor, Nova Odessa, Santa Barbara d'Oeste e Sumaré, que integravam o Consórcio, nos termos da Lei Federal nº 11.107 de 06 de abril de 2005, e Lei Federal nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007.

No ano de 2010, os municípios de Capivari e Elias Fausto passaram a integrar o Consórcio, dessa forma aprovando também o Protocolo de Intenções. No ano de 2015, o município de Americana deixou de ser integrante do Consimares.

O Protocolo de Intenções traz alguns objetivos gerais da Política de Resíduos Sólidos como:

- I - Proteger a saúde humana por meio do controle de ambientes insalubres derivados de manejo e destinação inadequados de resíduos sólidos;
- II - Promover um ambiente limpo, agradável, bonito e saudável por meio do gerenciamento eficaz dos resíduos sólidos e recuperação do passivo paisagístico e ambiental;
- III - Erradicar o trabalho infantil pela inclusão social da família que sobrevive com a comercialização de resíduos;
- IV - Implementar mecanismos de controle social sobre o setor público e sobre os serviços contratados;
- V - Preservar a qualidade dos recursos hídricos pelo controle efetivo do descarte de resíduos em áreas de mananciais;
- VI - Implementar uma gestão eficiente e eficaz do sistema de limpeza urbana;

VII - Promover oportunidades de trabalho e renda para a população de baixa renda pelo aproveitamento de resíduos domiciliares, industriais, comerciais e de construção civil desde que aproveitáveis, em condições seguras e saudáveis;

VIII - Minimizar a quantidade de resíduos sólidos por meio da preservação da geração excessiva, incentivo ao reuso e fomento à reciclagem;

IX - Minimizar a nocividade dos resíduos sólidos por meio do controle dos processos de geração de resíduos nocivos e fomento à busca de alternativas com menor grau de nocividade;

X - Implementar o tratamento e o depósito ambientalmente adequados dos resíduos remanescentes;

XI - Controlar a disposição inadequada de resíduos pela educação ambiental, oferta de instalações para disposição de resíduos sólidos e fiscalização efetiva;

XII - recuperar áreas públicas degradadas ou contaminadas;

XIII - repassar o custo das externalidades negativas aos agentes responsáveis pela produção de resíduos que sobrecarregam as finanças públicas.

Essa lei menciona também algumas diretrizes a serem observadas, dando destaque à reintrodução no ciclo produtivo dos resíduos recicláveis, inclusive o reaproveitamento de resíduos inertes da construção civil, estimulando a segregação integral de resíduos sólidos na fonte geradora.

Recepcionado os preceitos básicos da Política Nacional de Educação Ambiental, dispõe que toda a população envolvida tem direito à informação para a participação na minimização dos resíduos, geração, gestão e controle dos serviços, estimulando assim a gestão compartilhada e o controle social do sistema de limpeza urbana.

Por essa Lei, os produtores e o setor público têm o dever de manter a população informada a respeito dos custos e do potencial de degradação ambiental dos produtos e serviços ofertados, já que haverá responsabilização civil do prestador de serviços, produtos, importador ou comerciante pelos danos ambientais causados pelos resíduos sólidos provenientes de sua atividade.

Uma das diretrizes da Política de Resíduos Sólidos é a eliminação da disposição inadequada dos resíduos, e para tanto, deverá contar com controle e fiscalização dos processos de geração de resíduos sólidos, bem como incentivar que estes sejam dispostos de maneira ambientalmente adequada.

É importante mencionar que para que essas diretrizes se tornem viáveis é fundamental o envolvimento dos municípios da região metropolitana.

São ações estratégicas da Política de Resíduos Sólidos, entre outras, elaborar e implementar o Plano Diretor Metropolitano de Resíduos Sólidos e apoiar a formulação e execução dos Planos Diretores Municipais, institucionalizar novas relações entre o setor público e as organizações da sociedade civil e estabelecer indicadores da qualidade do serviço de limpeza pública.

Prevê a reserva de áreas para a implementação de novos locais para a disposição, tratamento, acondicionamento e reaproveitamento, quando possível, de resíduos domiciliares, de poda de árvores e varrição, de resíduos da área de saúde e os inertes da construção civil, estimulando, também, a gestão diferenciada para resíduos domiciliares, comerciais, industriais e hospitalares.

A Lei institui também que os programas de coleta seletiva e reciclagem devem ser implantados e deverá acontecer em parceria com grupos de catadores organizados em cooperativas.

O Consórcio Intermunicipal de Manejo de Resíduos Sólidos da Região Metropolitana de Campinas é pessoa jurídica de direito público interno, do tipo associação pública, que integra a administração indireta de todos os entes da Federação consorciados, que vigorará pelo prazo de 35 anos, podendo este ser prorrogável por igual prazo sucessivamente.

O Consórcio conta com os seguintes objetivos:

- I - Planejamento, regulação e fiscalização quanto a prestação dos serviços públicos de resíduos sólidos;
- II - Implementação de melhorias sanitárias, de característica socioambientais, bem como o desenvolvimento de programas de educação sanitária e ambiental, sem

prejuízo de que os entes consorciados desenvolvam ações e programas iguais ou assemelhados; e

III - Capacitação técnica do pessoal encarregado da prestação dos serviços públicos de resíduos sólidos.

Ao ratificarem o Protocolo de Intenções, os municípios consorciados autorizam a gestão associada de serviços públicos de manejo de resíduos sólidos. Essa gestão associada compreende o planejamento, a regulação e fiscalização quanto à prestação dos serviços.

7.2. Direito Ambiental, Resíduos Sólidos e Conceitos

O direito ambiental tem como espinha dorsal seus princípios e o artigo 225 da CF, cujo qual determina o direito de todos ao desenvolvimento sustentável, em seu *caput*, assim como a responsabilização pelos danos ambientais, como menciona o § 3º do referido diploma legal.

Os resíduos sólidos, quando inadequadamente geridos, podem se tornar uma fonte de problemas ambientais, porém em uma situação contrária, a partir de uma gestão integrada dos mesmos, estes podem gerar trabalho e renda, passando a ser considerados como bens de valor econômico e social, sendo reintegrados à cadeia produtiva minimizando os seus impactos ambientais (PNRS, 2010).

O setor público, por força do art. 182 da CF, tem obrigação de organizar e garantir a função social das cidades e o bem estar de seus habitantes. Esse objetivo estará mais próximo de ser alcançado quando serviços públicos forem prestados de forma universal e com qualidade. Uma das demandas destes serviços é a busca de uma solução para resíduos sólidos, por meio de uma gestão integrada (art. 3º, XI da PNRS, 2010).

Os procedimentos de gestão integrada de resíduos deverão observar as regras do artigo 2º, inciso X, da Resolução CONAMA nº 01/1986, c.c. art. 225, § 1º, inciso IV da CF, os quais determinam estudo de impacto ambiental em caso de atividade com potencial de degradação ou dano ambiental significativo.

Uma gestão de resíduos inadequada poderá gerar degradação e poluição ambiental, que é definida pelo artigo 3º da Lei da Política Nacional de Meio Ambiente como qualquer

modificação adversa do meio, enquanto esta seria a degradação que oferece prejuízo ao meio, ao homem e suas atividades.

Assim, a abordagem legal sobre resíduo sólido no presente trabalho irá se ater aos cinco principais tipos, assim entendidos pela sua ocorrência ordinária e pelo volume comumente produzido, estes são denominados como: resíduos sólidos domésticos (RSD); resíduos de poda e varrição (RPV); resíduos da construção civil (RCC); resíduos de serviços de saúde (RSS); e resíduos especiais (REsp).

A seguir será definido o que é resíduo, sua qualificação e serão apontadas as definições específicas dos tipos aqui listados. Abaixo segue definição genérica e depois por classe.

A definição de resíduo sólido está contida na NBR-10.004/2004 da ABNT e art. 3º, inciso XVI, da PNRS, o qual seria o "material em estado sólido ou semissólido oriundo de atividade humana e que é objeto de descarte por ser compreendido como inútil". Por ficção legal, os líquidos que não podem ser lançados no esgoto e que seu tratamento não seja possível por razões técnicas ou econômicas foram equiparados para todos os fins a resíduo sólido.

Esta mesma norma classificou os resíduos em 3 classes, sendo a primeira dos resíduos perigosos ou Resíduos Classe I, pois oferecem risco a ao ambiente e à saúde pública e apresentam, isoladamente ou de forma concomitante, características como corrosividade, inflamabilidade, patogenicidade, reatividade e toxicidade, podemos exemplificar com o Césio 137 (RSS).

A segunda categoria são os Resíduos Classe II A, os quais não são perigosos e também não são inertes, de maneira que podem causar poluição e contaminação. Como exemplo, tem-se o papel do jornal (RSD).

O terceiro e último tipo são os Resíduos Classe II B, os quais são inertes e, portanto, insolúveis em água, porém também podem causar alteração no meio e, portanto, também poluem, mas não reagem com o ambiente. Um bom exemplo é o concreto (RCC). A definição de resíduo inerte tal como apresentada aqui foi obtida da NBR-10.007 da ABNT. A seguir são apresentadas as definições quanto à origem dos resíduos.

O Resíduo Sólido Doméstico ou RSD pode ser definido como aquele gerado pela atividade residencial, como papel, isopor, papelão, restos de tecido, embalagens de alimento

como vidros, latas, madeira, papel cartão, plástico, restos de comida e outros corriqueiramente coletados nas moradias (art. 13, inciso I, alínea a, da Lei nº 12.305/2010).

O resíduo de poda e varrição (art. 13, inciso I, alínea b, da Lei nº 12.305/2010), identificado como RPV é aquele proveniente manutenção de jardins domiciliares e comerciais, das praças, logradouros, áreas verdes e ruas, e consiste em poeira e detritos colhidos por varrição, restos de galhos e folhas de poda de árvores e arbustos, restos de corte de gramados e folhas provenientes de área urbana, assim como sobras de Ceasa, de feiras e outros assemelhados. Este resíduo foi legalmente reconhecido como fertilizante orgânico no Decreto Federal 86.955/1982.

O resíduo domiciliar e de limpeza urbana são compreendidos, pela PNRS, em seu art. 13, inciso I, alínea c, como resíduos sólidos urbanos ou RSU.

O resíduo de serviço de saúde ou RSS pode ser classificado como aquele proveniente de farmácias, hospitais, postos de saúde, clínicas médicas, clínicas veterinárias, acupuntura, serviços de tatuagem, necrotérios, funerárias, medicina legal, embalsamamento e outros. (art. 13, inciso i, alínea g da PNRS). Este tipo de resíduo é subdividido pelo Anexo I da Resolução CONAMA nº 358/2005 em 5 Grupos, a saber:

Grupo A - Risco Biológico: É o resíduo composto por materiais orgânicos como hemoderivados, peças anatômicas, órgãos, tecidos, secreções corporais ou aqueles que tiveram contato com material orgânico, como gases, curativos e outros apresentando risco para saúde a humana ou para o ambiente. Também são assim classificados os materiais perfurocortantes, os quais tiveram suspeita ou contaminação por príons. Neste grupo, quando da abordagem da contaminação por príons, pode-se observar a aplicação do princípio ambiental da precaução.

Grupo B - Risco Químico: É aquele composto por resíduos tipo I, perigosos por serem reativos, inflamáveis, corrosivos ou tóxicos (NBR 10004/2004 ABNT), remédios inservíveis e drogas quimioterápicas, assim como materiais que tiveram contato com as mesmas.

Grupo C - Radiativos: São resíduos radioativos ou contaminados com radionuclídeos, oriundos de radioterapia, da medicina nuclear ou de laboratórios de análise.

Grupo D: Resíduo comum de serviços de saúde - é o que não apresenta as características e enquadramento das categorias anteriores, podendo ser objeto de reciclagem.

Este resíduo seria o lixo administrativo, provenientes do funcionamento e manutenção dos escritórios e refeitórios, desde que não tenham tido contato com pacientes.

Grupo E: Composto por materiais perfurocortantes e escarificantes, necessitando de acondicionamento em embalagem rígida para evitar a perfuração, de acordo com o tipo de agente contaminante ou ausência deste, será tratado e terá disposição final de acordo com os 4 primeiros grupos acima apresentados.

A ABNT, na NBR 12808/2003, classifica os resíduos de saúde em três tipos:

- Tipo A: Infectante;
- Tipo B: Especial;
- Tipo C: Comum.

O tipo B agrupa os resíduos químicos e radioativos sendo semelhantes os tipos A e o resíduo comum, todos da Resolução CONAMA acima esplanada. O tipo E da resolução CONAMA estaria enquadrado pela ABNT em um dos três tipos a depender da existência e tipo de agente contaminante. O tipo C se assemelha ao resíduo doméstico e corresponde ao Grupo D da resolução CONAMA aqui estudada, se prestando mais facilmente à reciclagem.

Os resíduos especiais (ou REsp.) são provenientes de processos industriais ou em serviços de saúde e, são de responsabilidade do gerador. O resíduo industrial assume as três classes de resíduo da NBR 10.004, quais sejam: classe I, II A, II B. Uma vez que cada planta industrial se destina a uma atividade, igualmente tem-se variação dos resíduos produzidos na proporção da diversificação fabril. Tais variações de resíduo também demandarão um tratamento diferenciado.

As pilhas, baterias (Resoluções CONAMA nº 257 e nº 263) e pneus (Resoluções CONAMA nº 258 e nº 416) descartados, neste trabalho serão considerados como resíduos especiais, por serem provenientes de processos industriais e pela sua difusão no meio em razão da destinação final inadequada gerar impactos significativos, os dois primeiros são resíduos Classe I, o segundo é resíduo Classe IIB.

O Resíduo de Construção Civil (art. 13, inciso I, alínea h, da PNRS), ou simplesmente RCC é definido na Resolução CONAMA nº 307/2002, em seu artigo 2º, inciso I, que o descreve como aquele produto de:

(...) construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha.

O RCC, na maior parte das vezes, é material inerte, como se percebe da leitura do artigo acima, porém exige alguma atenção quanto ao seu uso para fins que seja observado se este não é proveniente de instalações que possam ter contaminado o mesmo, tornando-o perigoso, prejudicando seu uso como agregado na construção civil e gerando potencial risco à saúde dos municípios.

8. Rede Técnica de Resíduos Sólidos

8.1. Introdução

A partir da definição de Rede Técnica de Demantova (2009, p. 162) como “um sistema integrado de objetos técnicos (fixos no espaço) e de fluxos (matéria, serviços e informação em circulação), que criam conexões entre os objetos técnicos no território”, analisou-se o diagnóstico de resíduos sólidos no território do Consórcio de modo a identificar a atual rede técnica de resíduos sólidos nesses municípios e propor a integração dos processos de gerenciamento de modo a estabelecer uma única rede técnica de resíduos sólidos para o Consórcio Intermunicipal.

A identificação da rede técnica de resíduos sólidos é feita a partir do reconhecimento dos objetos técnicos constituintes desta rede em duas classes: fixos e fluxos. Os fixos são todos os equipamentos, locais e infraestruturas que se relacionam às etapas do fluxo de material e informações. Neste caso, o fluxo de transporte de resíduos são estruturas físicas e fixas no território. Por esse motivo é possível o seu mapeamento mesmo quando a geração for difusa,

como no caso dos resíduos de construção civil, e o mapeamento pode ser feito por meio de manchas.

Elencou-se como fixos da rede técnica de resíduos sólidos as seguintes estruturas relacionadas com a geração, acondicionamento, coleta, tratamento e destinação dos resíduos: ecopontos, pontos de entrega voluntária, cooperativas de reciclagem, sucateiros, áreas de triagem e transbordo, aterros sanitários, usinas de incineração, fontes geradoras de resíduos (residências, grandes geradores, próprios federais), usinas de reciclagem de resíduos da construção civil, dentre outros. Os fluxos consistem nos materiais que circulam no território, caracterizando-se aqui como os próprios resíduos que transitam por estes fixos e definem um fluxo logístico de transporte dos resíduos, serviços de gerenciamento de resíduos e informação disseminada na rede.

As tabelas a seguir exemplificam fluxos e fixos para uma rede técnica de resíduos sólidos, são apresentados todos os possíveis fluxos conforme tipos de resíduos elencados pela Política Nacional de Resíduos Sólidos quanto à sua origem.

Tabela 8.1 - Fluxos de uma Rede Técnica de Resíduos Sólidos

FLUXOS
Resíduos Sólidos Urbanos
(resíduos domiciliares e resíduos de limpeza urbana)
Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de Serviços
Resíduos de Serviços de Saúde
Resíduos de Construção Civil
Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico
Resíduos Industriais
Resíduos Agrossilvopastoris
Resíduos de Serviços de Transportes
(originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira)
Resíduos de Mineração
(gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios)

Fonte: Consimares, 2021.

Tabela 8.2 - Fixos da Rede Técnica de Resíduos Sólidos

FIXOS
Locais de Geração
Segregação - acondicionamento - coleta
Locais de Transbordo
Locais de Processamento e Tratamento
trituração/moagem
descontaminação (incineração, autoclavagem, esterilização)
Locais de Destinação Final
reutilização
reciclagem
compostagem
recuperação e aproveitamento energético

Fonte: Consimares, 2021.

O mapeamento da rede técnica de resíduos de uma região é importante para identificar as fragilidades e potencialidades de seu gerenciamento. Ao espacializar-se a rede em mapas é possível visualizar a fragilidade de alguns fixos, as distâncias que um fluxo (resíduo) percorre para chegar ao fixo, como também verificar alguns fixos sobrecarregados e outros deficitários, entre outros aspectos relevantes.

A tabela 8.3 apresenta a identificação dos objetos técnicos da rede técnica de resíduos do Consimares. A identificação da rede técnica de resíduos do Consórcio baseou-se no diagnóstico de resíduos geridos pelas prefeituras, assim sendo, os fluxos identificados correspondem apenas aos resíduos que são de responsabilidade direta das prefeituras (resíduos sólidos urbanos – RSU: resíduo domiciliar - RDO, resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços; resíduos de poda e varrição – RPV ou de limpeza urbana), e àqueles em que a atribuição recai sobre a prefeitura por ser um dos grandes geradores ou para assegurar a manutenção da saúde pública, como os Resíduos de Serviços de Saúde – RSS, Resíduos de Construção Civil – RCC e Resíduos Especiais – REsp.(pneus, pilhas e baterias, eletrônicos, lâmpadas e óleo lubrificante).

Tabela 8.3 - Relação dos fluxos com os fixos na rede técnica de resíduos sólidos do Consórcio

FLUXOS	FIXOS – Locais fixos no território onde os resíduos são gerados, transitam, são tratados ou destinados			
Resíduos	GERAÇÃO	TRANSBORDO	TRATAMENTO	DESTINAÇÃO
RSD e RPV	Comércio, serviços, residências, edifícios públicos, áreas verdes públicas	Postos de entrega voluntária (PEV)	Segregação, Compostagem	Aterro
		Ecopontos		Reciclagem
		Cooperativas de catadores de material reciclável		Reuso
RSS	Consultórios, farmácias, hospitais, posto de saúde, clínicas	-	Descontaminação, Microondas	Incineração
RCC	Qualquer edificação (geração difusa)	Ecopontos	Segregação	Aterro de Inertes
		Caçambas		Reciclagem
REsp.	Oficinas	PEV	Segregação	Aterro
	Qualquer edificação (geração difusa)	Ecopontos		Reciclagem
				Reuso

Fonte: Consimares, 2021.

Com as informações fornecidas pelos municípios, dentre a relação de objetos técnicos identificados na rede do Consórcio foi possível mapear os seguintes objetos técnicos: (i) os próprios federais (também fixos da rede técnica de resíduos) – destacam-se pela obrigatoriedade de destinar seus resíduos recicláveis a cooperativas/associações de materiais recicláveis, conforme o Decreto Federal Nº 5.940/2006. Propõe-se a expansão dessa obrigatoriedade aos próprios municípios, visto o potencial de geração de resíduos sólidos passíveis de reintrodução na cadeia produtiva. (ii) os grandes geradores - têm um papel fundamental no volume de resíduos fornecidos para a rede de tratamento e disposição final de resíduos, visto que sua produção tem potencial de abastecer a rede de resíduos se direcionada devidamente para a cooperativas e profissionais relacionados ao trabalho de

tratamento e descarte de resíduos sólidos.(iii) Ecopontos, Cooperativas, Locais de Entrega Voluntária (LEV) e Postos de Entrega Voluntária (PEV) são fixos da rede técnica dos resíduos sólidos com ligação direta aos usuários do sistema de coleta seletiva. Por este motivo também tem potencial para sensibilização devido ao seu grande uso pelos usuários, visto que podem se tornar áreas obsoletas para o armazenamento de resíduos, se não tiverem a devida manutenção e recebimento de resíduos adequados por parte da população. Desta forma, seu uso deve ser muito bem esclarecido aos munícipes da região por tipos de resíduos que recebem e maneiras de acondicionamento adequado.

A partir da identificação dos fixos e fluxos da rede técnica atual nos municípios do Consórcio foram sintetizados os principais fluxos de transporte na Figura 8.1, a seguir.

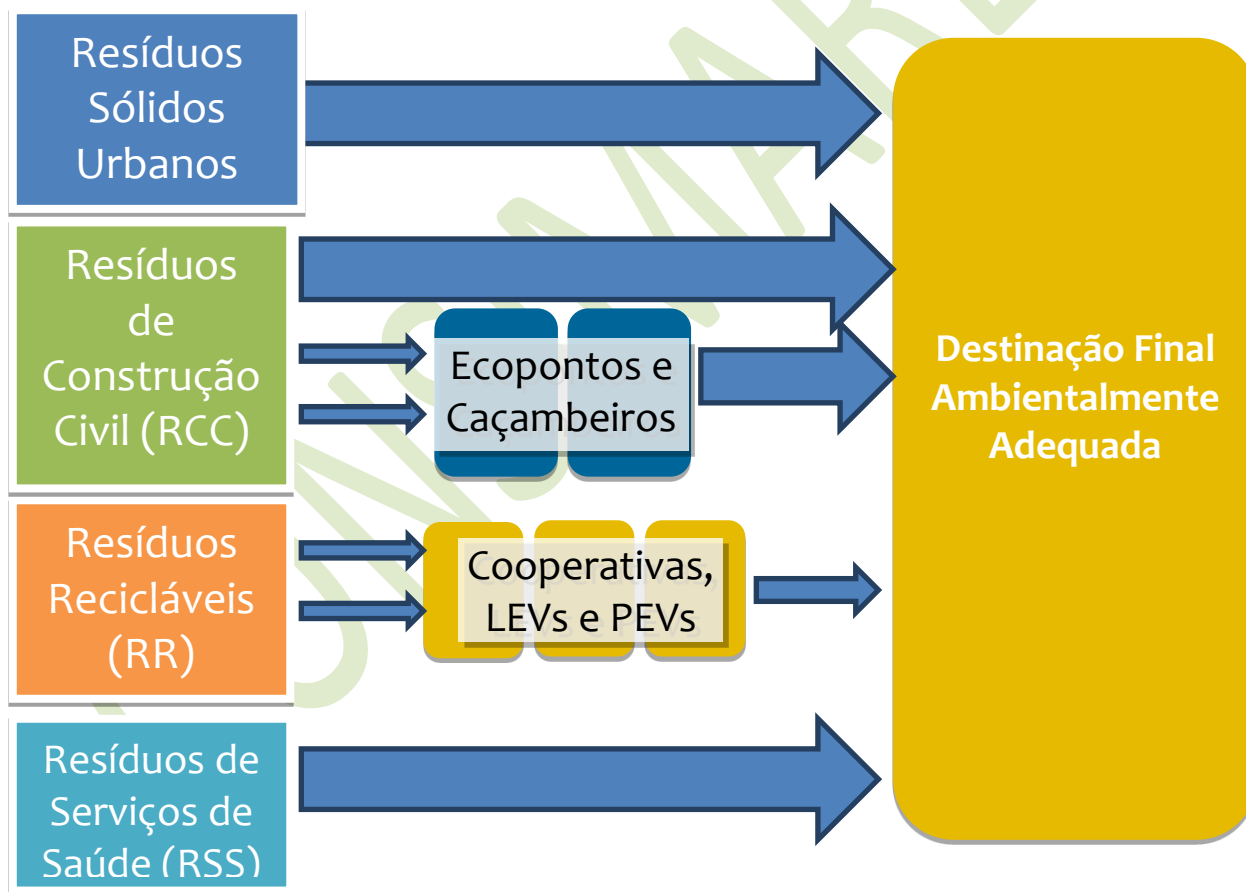


Figura 8.1 - Fluxos de transporte na rede técnica de resíduos dos municípios

Fonte: Consimares, 2021.

8.2. Gerenciamento da Rede Técnica de Resíduos Sólidos

Uma vez identificada a atual rede técnica de resíduos nos municípios do Consórcio, pôde-se analisar o gerenciamento desta rede de modo a propor sua integração e melhorias para a gestão pelo Consimares.

Considerando a definição da Política Nacional de Resíduos Sólidos, o gerenciamento de resíduos consiste no conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

No processo de gerenciamento de resíduos sólidos é necessário o planejamento operacional e logístico de cada uma dessas fases. Através da aplicação de um questionário a cada município obteve-se informações sobre as atividades de cada etapa do atual gerenciamento municipal, sendo agrupadas nos seguintes elementos funcionais: (i) geração; (ii) acondicionamento; (iii) coleta; (iv) transporte e transbordo/transferência; (v) processamento/tratamento e recuperação e (vi) disposição final; conforme demonstrado na figura 8.2 a seguir.

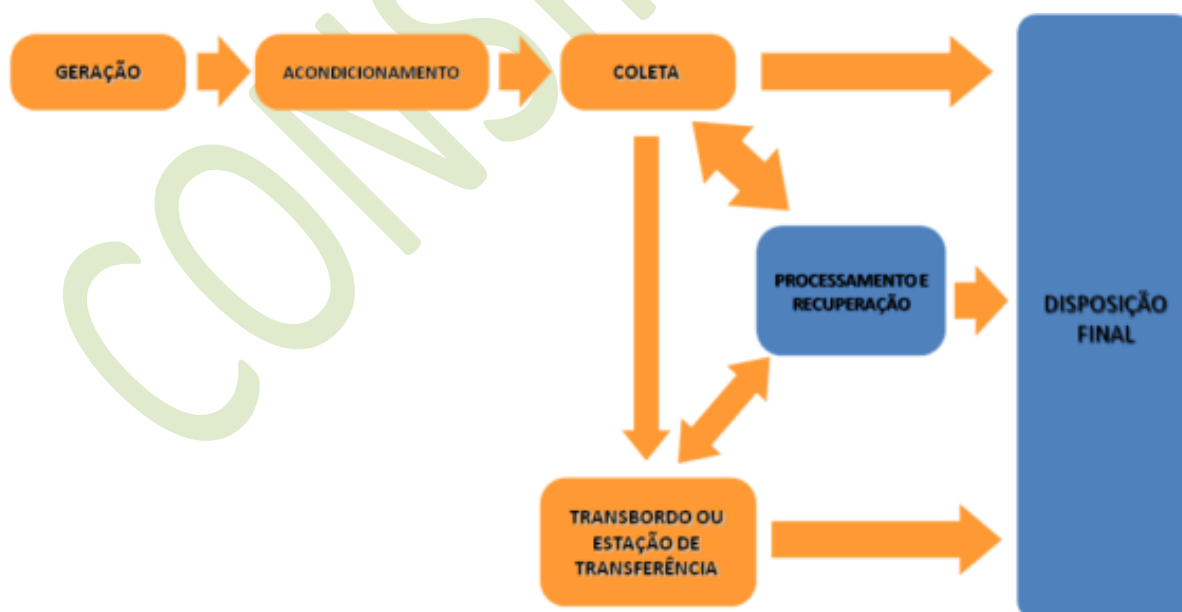


Figura 8.2 - Fluxos do gerenciamento de resíduos dos municípios

Fonte: Consimares, 2021.

8.2.1. Geração

A geração no início da rede não é a mesma para todos os tipos de resíduos estudados neste projeto. Quanto aos resíduos sólidos domésticos e aos resíduos sólidos recicláveis, a geração se dá nas residências e comércios; os resíduos sólidos de poda e varrição têm geração nas praças e pátios públicos em sua grande maioria; os resíduos sólidos de serviços de saúde têm como pontos de geração os postos de saúde, hospitais e clínicas; já os resíduos de construção civil são originados em pequenos geradores domiciliares e públicos e empresas de caçambeiros.

A quantidade de resíduos gerados por uma população é bastante variável e depende de uma série de fatores, como renda, época do ano, estilo de vida, movimento da população nos períodos de férias e fins de semana, nível sócio econômico e novos métodos de acondicionamento de mercadorias, com a tendência mais acentuada à utilização de embalagens não retornáveis / descartáveis. No âmbito do Consimares, a geração de resíduos se diferencia conforme o tipo dos resíduos e características populacionais e econômicas dos municípios.

A partir da análise, percebe-se que municípios com dimensão populacional semelhantes apresentam discrepâncias na geração de determinados resíduos como no caso da geração declarada de resíduos de construção civil de Hortolândia. Desta forma, é fundamental à gestão do Consórcio implementar rotinas de mensuração e caracterização da geração de cada resíduo para subsidiar o planejamento e operação dos demais processos do gerenciamento de forma coerente com o cenário real.

8.2.2. Acondicionamento

Acondicionar resíduos sólidos significa prepará-los para a coleta de forma sanitariamente adequada, e compatível com o tipo e a quantidade de resíduos. A importância do acondicionamento adequado está em: evitar acidentes; evitar a proliferação de vetores; minimizar o impacto visual e olfativo; reduzir a heterogeneidade dos resíduos (no caso de haver coleta seletiva); facilitar a realização da etapa da coleta. No entanto, verifica-se em muitas cidades o surgimento espontâneo de pontos de acumulação de lixo domiciliar a céu aberto,

expostos indevidamente ou espalhados nos logradouros, prejudicando o meio ambiente e arriscando a saúde pública.

Para o acondicionamento de resíduos sólidos os recipientes mais usados são:

- Vasilhames metálicos (latas) ou plásticos (balde);
- Sacos plásticos de supermercados ou especiais para lixo;
- Caixotes de madeira ou papelão; e
- Contêineres metálicos ou plásticos, estacionários ou sobre rodas.

Nos municípios do Consórcio não se verificou nenhum tipo diferente de acondicionamento. No entanto, constatou-se que existem alguns pontos de descarte irregular de resíduos, sendo interessante o Consimares recomendar as melhores opções de recipientes e estruturas de acondicionamento com o melhor custo-benefício com a finalidade de aumentar a distribuição destes no território para melhorar o acondicionamento.

A escolha do tipo de recipiente mais adequado deve ser orientada em função:

- Das características dos resíduos;
- Da geração de resíduos;
- Da frequência da coleta;
- Do tipo de edificação;
- Do preço do recipiente.

8.2.3. Coleta

Coletar resíduos sólidos significa recolher o lixo acondicionado por quem o produz para encaminhá-lo, mediante transporte adequado, a uma possível estação de transferência, a um eventual tratamento e à disposição final ambientalmente adequada.

A operação de coleta engloba desde a partida do veículo de sua garagem, compreendendo todo o percurso gasto na viagem para remoção dos resíduos dos locais onde foram acondicionados aos locais de descarga, até o retorno ao ponto de partida.

No Consórcio, embora os municípios tenham coleta de resíduos domésticos em 100% de seu território, apresentam diferenças significativas quanto a frequência de coleta e distância total percorrida nos trajetos de coleta e disposição final. Uma característica que aumenta os

custos com a coleta está em realizar o transporte de resíduos para o destino final (aterro) no próprio caminhão coletor que possui capacidade reduzida, o que também diminui a eficiência do programa de coleta, vez que o veículo, ao chegar ao máximo de sua capacidade, é direcionado ao aterro em outra cidade (com exceção de Santa Bárbara d'Oeste).

Os serviços de coleta em sua maioria são realizados por empresas privadas que prestam serviços às prefeituras (com exceção de Santa Bárbara d'Oeste), o que confere um menor controle operacional das rotas e nível de serviço das coletas.

8.2.3.1. Coleta Seletiva

A coleta seletiva pode ser definida como o sistema de recolhimento diferenciado de materiais pré-selecionados do lixo nas fontes geradoras, como domicílios, comércios, indústrias, instituições públicas. O termo coleta seletiva é comumente empregado para se referir à recuperação de materiais recicláveis como papéis, vidros, plásticos e metais, contudo vários outros tipos de materiais de interesse econômico podem ser coletados, como os materiais orgânicos para a compostagem; objetos passíveis de recuperação como eletrodomésticos e móveis, ou entulho de construção para moagem e reuso. Em termos operacionais, a coleta seletiva pode ser feita de duas maneiras:

- Porta a porta: um veículo ou catador passa por todos os geradores num dado roteiro pré-estabelecido recolhendo os materiais já acondicionados; e/ou
- Postos de Entrega Voluntária – PEVs: locais onde os geradores levam e concentram seus materiais para posterior coleta; e/ou
- Locais de Entrega Voluntária – LEV: locais onde os geradores levam e concentram seus materiais para posterior coleta.

A coleta seletiva pode ser feita com a combinação da coleta porta a porta, LEVs e PEVs, principalmente para facilitar e baratear o transporte, consolidando o material transportado.

A PNRS estabelece a coleta seletiva como um de seus instrumentos e incentiva a criação e o desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais recicláveis. Assim sendo, este será um ponto primordial para o Consórcio atuar, vez que programas públicos de coleta seletiva ainda não estão implementados em todos os

municípios, e aqueles que os têm não possuem abrangência a todos os bairros e boa adesão da população e das cooperativas, ocorrendo paralelamente a coleta avulsa por catadores autônomos não cooperados ou associados. As prefeituras não dispõem de informações precisas sobre volume recuperado de material reciclável e o potencial de comercialização desses resíduos.

Embora a coleta seletiva tenha como pressuposto a separação prévia dos resíduos nos domicílios e estabelecimentos, após a coleta há a necessidade de triagem posterior para agrupar os materiais especificamente por seus constituintes e remover eventuais rejeitos não passíveis de comercialização. O processo pós-coleta que ocorre nos galpões de triagem das cooperativas ou associações de catadores deve envolver, além da triagem, as atividades de beneficiamento que agregam valor a cada material, como prensagem, enfardamento, trituração, lavagem, secagem e peletização.

Conforme publicação do Ministério das Cidades de 2008, a implantação da coleta seletiva no Brasil ainda era incipiente, e dados do Panorama de Resíduos Sólidos 2018/2019 da ABRELPE mostravam que a situação praticamente permanece a mesma, com a coleta seletiva a nível nacional abaixo dos 4% e com 75% da população afirmando que não realiza a separação de seus resíduos, sendo que 66% sabem nada ou pouco sobre coleta seletiva. Dados mais recentes mostram que o número de municípios com iniciativas de coleta seletiva vem crescendo (ABRELPE, 2020), apesar do volume declarado permanecer abaixo dos 4%. Muito provavelmente isso se deva ao fato de que os municípios não conseguem computar os volumes coletados pelos catadores autônomos e somente sejam considerados os volumes comercializados pelas cooperativas ou associações de catadores parceiras do setor público.

Para traçar um breve cenário comparativo da Coleta Seletiva no Brasil, tem-se que em 2008, 7% dos municípios tinham programas de coleta seletiva (CEMPRE, 2008) e uma década após, 4.070 municípios já registravam alguma iniciativa deste tipo de coleta (SNIS, 2018), representando 73,09% dos municípios brasileiros, porém não abrangem a totalidade da área urbana em muitas cidades, devido à falta de separação, de infraestrutura e de logística eficazes, o que reflete em aumento insignificante do percentual de material reciclado de fato no país, abaixo dos 4% (ABRELPE, 2020).

O custo médio da coleta seletiva é cinco vezes maior que o da coleta convencional, numa proporção de R\$ 376 x R\$ 73/tonelada (CEMPRE, 2008). O Ministério das Cidades

propunha um modelo operacional de coleta seletiva adequado às condições sociais que poderia alterar essa relação de custo. O modelo sugerido utilizava a referência real do modelo de coleta seletiva implantado em Londrina, Paraná. A Tabela 8.4 compara os resultados obtidos em dois modelos diferentes de gestão e operação da coleta seletiva.

Tabela 8.4 – Comparativo de resultados de coleta seletiva

Dados (CEMPRE-2006/ SNIS-2005)	Média de 4 capitais importantes	Londrina - PR
% da população atendida	70	100
Custo da coleta (R\$/t)	450	37
Total coletado (t/mês)	1.365	2.600
Relação ente total da coleta seletiva e resíduos domiciliares	3%	21,8%

Fonte: Ministério das Cidades, 2008.

Conforme os dados apresentados, diferentes formas de operação da coleta seletiva podem trazer também resultados bastante diferenciados com relação aos custos da atividade e, conseqüentemente, à extensão da parcela dos resíduos que podem ser objeto desta ação.

Dentre as dificuldades enfrentadas pela grande maioria dos municípios estão: a informalidade do processo - não há institucionalização; a carência de soluções de engenharia com visão social; o alto custo do processo na fase de coleta, que na maioria das vezes deve ser subsidiado pelas prefeituras, pois as cooperativas nem sempre conseguem absorver todos os custos operacionais da coleta; e também à falta de segregação dos resíduos na fonte geradora.

Os dados da Tabela 8.4 também permitem afirmar que na cidade de Londrina, e em vários outros municípios que já operam com modelo assemelhado, foi encontrada uma fórmula operacional para a coleta seletiva que a torna economicamente vantajosa para a municipalidade até mesmo quando comparada à atividade normal de coleta dos resíduos domiciliares. Isso permite explicar porque nesta localidade a totalidade da população é

atendida por este serviço e por que a relação entre a coleta seletiva e a coleta de resíduos domiciliares atingiu um nível de 21,8 %, índice já próximo do limite máximo, estimado pelos técnicos que atuam nesse segmento, em torno de 35%. (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2008)

O modelo de coleta seletiva de baixo custo tem como um dos elementos centrais a incorporação de forma eficiente e perene de catadores, que já atuam na maioria das cidades, numa política pública planejada. Quando não há catadores, é possível envolver a população menos favorecida, gerando trabalho e renda. A base legal que possibilita esta inserção veio da alteração na lei de licitação, inciso XXVII do Art. 24 da Lei nº 8.666⁵, feita pela Política Nacional de Saneamento, Lei Federal nº 11.445/2007.

Para que esta inserção seja realizada, a legislação define que os catadores deverão estar associados. Nesta condição, poderão ser contratados e receber remuneração com base no trabalho realizado, de maneira análoga ao que ocorre com as empresas que realizam a coleta dos resíduos domiciliares. A implantação deste programa implica numa transformação profunda na forma de entender e gerenciar esta atividade: a cidade é dividida em setores e a realização da coleta passa a ser uma obrigação contratual por parte da cooperativa ou associação contratada para a realização do serviço.

Dessa forma, os catadores passam a exercer o papel de agentes da limpeza pública local, sua atividade deixa de ser espontânea e passa a ser sistemática e planejada, com a obrigação de realizar a cobertura da área sob sua responsabilidade dentro dos prazos e condições estabelecidas no contrato firmado entre o poder público local e a cooperativa, de acordo com a legislação mencionada anteriormente. Como consequência, a contratação das cooperativas deixa de ser uma atividade de caráter assistencial passando a ter um cunho de incentivo à atividade econômica e à inserção dos catadores enquanto agentes da limpeza pública formais que cumprem um papel socialmente importante.

O modelo propõe uma abrangência da coleta porta a porta realizada pelas cooperativas que seja capilarizada pelas ruas com roteiros predefinidos de modo que, a princípio, permita

⁵ Art. 24. É dispensável a licitação: XXVII – na contratação da coleta, processamento e comercialização de resíduos sólidos urbanos recicláveis ou reutilizáveis, em áreas com sistema de coleta seletiva de lixo, efetuados por associações ou cooperativas formadas exclusivamente por pessoas físicas de baixa renda reconhecidas pelo poder público como catadores de materiais recicláveis, com o uso de equipamentos compatíveis com as normas técnicas, ambientais e de saúde pública.

a coleta a pé e com auxílio de carrinhos de tração humana⁶. As cooperativas ou associações contratadas farão o controle do nível de adesão dos domicílios em cada rua do trajeto.

A acumulação dos materiais pode ser realizada em instalações como os Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) ou Ecopontos destinados aos resíduos da construção civil e resíduos volumosos e transbordo temporário dos materiais recicláveis. Os ecopontos estão aqui diferenciados como PEVs mantidos pelas prefeituras e integrantes do sistema público de coleta, projetados para abrigar temporariamente diversos resíduos, como os volumosos, entulho, resíduos de poda e varrição, perigosos – pneus, lâmpadas, e servir como ponto de transbordo dos resíduos recicláveis coletados porta a porta. O uso de PEVs pressupõe condições seguras para a armazenagem temporária de resíduos e requer manutenção e limpeza das instalações, bem como controle interno e segurança.



Figura 8.3 – Desenho esquemático de um PEV /Ecoponto

Fonte: Ministério das Cidades, 2008.

Uma vez concentrados, e só a partir daí, os resíduos são transportados em caminhões para o galpão de triagem das cooperativas. Elimina-se o custo de equipamentos pesados na coleta porta a porta, o que pode resultar num baixo custo sem perda da eficácia. Assim é demonstrada a experiência de Londrina e de outros municípios.

É com a combinação logística adequada do transporte feito pelos catadores e por caminhões que se obtém o menor custo de transporte por tonelada, vez que o custo de um

⁶ Gradativamente trocados por equipamentos motorizados e elétricos.

caminhão em operação é relativamente alto, somente se justificando quando a massa dos resíduos transportados for suficientemente concentrada.

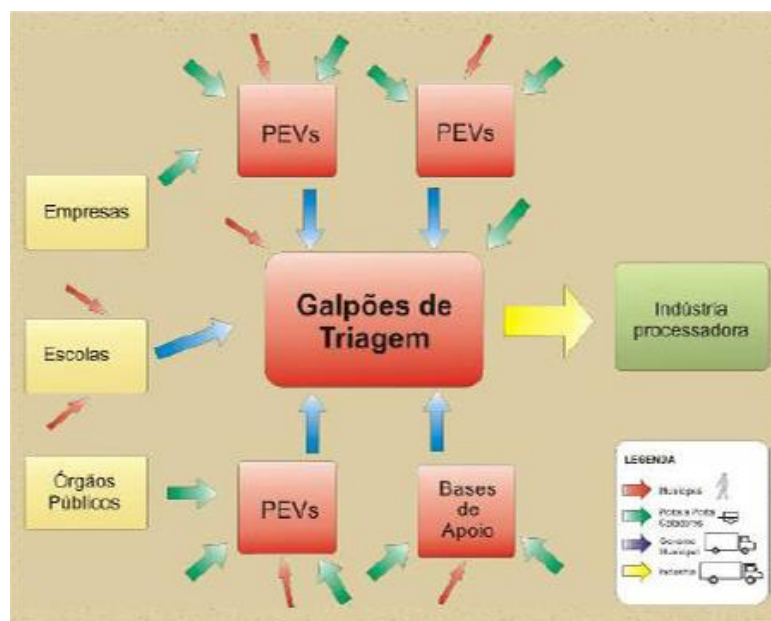


Figura 8.4 - Fluxo do modelo de coleta capilar e transporte concentrado

Fonte: Ministério das Cidades, 2008.

8.2.3.2. Programas de Coleta Seletiva nos Municípios do Consórcio

8.2.3.2.1. Sumaré

A cidade Sumaré aprovou em 13 de fevereiro de 2021, na Câmara dos Vereadores, o Projeto de Lei nº 6/2021, que cria a Campanha Permanente de Incentivo às Cooperativas de Catadores de Material Reciclável no município.

De acordo com o projeto, a campanha deverá ser desenvolvida em parceria com a sociedade civil e com a iniciativa privada, com o intuito de estimular a geração de emprego e renda, fomentar a formação de cooperativas de trabalho, resgatar a cidadania através do direito básico ao trabalho, promover a educação ambiental, e propiciar a defesa do meio ambiente por meio da coleta seletiva e reciclagem de resíduos.

Segundo o Projeto de Lei aprovado, as ações da Campanha Permanente de Incentivo às Cooperativas de Catadores de Material Reciclável incluirão o apoio à formação de

cooperativas de trabalho, visando a implementação progressiva da coleta seletiva de lixo, por meio dos participantes dessas cooperativas; o estímulo à triagem e à reciclagem do material coletado, com auxílio de unidades a serem operadas pelas próprias cooperativas de trabalho, além do fomento ao desenvolvimento de atividades de educação ambiental.

8.2.3.2.2. Hortolândia

A coleta seletiva realizada pela Prefeitura de Hortolândia, em parceria com a comunidade, recolheu, em três anos de funcionamento, cerca de 80 mil toneladas de resíduos, a maioria reaproveitáveis. Segundo a Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, de 2018 até Julho/20 foram descartadas 76.429,49 toneladas de materiais nos PEVs (Pontos de Entrega Voluntária de Entulho e outros materiais recicláveis) e 2.630,40 toneladas de materiais nos LEVs (Locais de Entrega Voluntária).

Implantados pela Administração Municipal para promover a coleta seletiva voluntária no município, PEVs e LEVs são equipamentos públicos importantes para a manutenção da limpeza e do meio ambiente nos municípios. Nestes espaços públicos, os moradores podem descartar com segurança, gratuitamente, materiais e resíduos recicláveis e reaproveitáveis, contribuindo significativamente para o programa de coleta seletiva e reciclagem de materiais.

Nos PEVs instalados na cidade de Hortolândia os moradores podem descartar resíduos recicláveis e reaproveitáveis, como entulhos de construção isentos de contaminação (RCC), isopor, plástico PET, sofás, colchões velhos, o chamado "resíduo eletrônico", dentre outros. Entretanto, não é permitido o descarte de lixo orgânico, resíduos industriais e provenientes dos serviços de saúde.

A rede de equipamentos públicos da Prefeitura de Hortolândia para o descarte correto de materiais recicláveis conta, ainda, com os LEVs (Locais de Entrega Voluntária de Recicláveis). Neles, é possível descartar materiais como embalagens de vidro, garrafas pet, plásticos, papéis e papelões, isopor, copo descartável, entre outros materiais recicláveis. Os LEVs recebem materiais 24h, todos os dias.

Cada contêiner tem capacidade de armazenar 2,5 m³ de recicláveis. Ao serem recolhidos pelo caminhão coletor, estes produtos são destinados à Cooperativa de Reciclagem parceira da Administração Municipal. Há 21 equipamentos em uso, distribuídos pela cidade.

Quantidade (em toneladas) de materiais descartados nos PEVs de 2018 até Julho/20:

- Recicláveis - 11.961,60
- Eletrônicos - 896,00
- Ferrosos - 3.500,80
- Óleo de Cozinha - 0,69
- Madeira - 21.388,80
- Restos de Construção Civil - 24.025,60
- Materiais que não podem ser reciclados (gesso etc.) - 13.664,00
- Volumosos (sofás, colchões etc.) - 992,00

Localização dos PEVs - EM FUNCIONAMENTO:

- PEV 1 – Auxiliadora, Rua Antônio João de Amorim, esquina com a Rua Sebastiana Oliveira da Silva;
- PEV 2 – Adelaide, Rua Paulo Roberto Soares (Antiga 9), esquina com a Rua Benedito Macedo;
- PEV 3 - Parque Gabriel, Avenida Joaquim Martarolli, nº 2005;
- PEV 4 – Interlagos, Rua Rio Tapajós (Antiga Rua 5);
- PEV 5 - Vila Real, Rua Orlando Cavalcante, esquina com a Rua Joaquim Gregório de Moraes;
- PEV 6 - Jardim Amanda, Rua Augusto dos Anjos, s/nº;
- PEV 7 – Orestes Ôngaro, Rua Rio Pardo (antiga Rua 13), nº 50, dentro do Aterro de Inertes;
- PEV 8 – Jd. Santiago, Rua João Joaquim Calixto, nº 230;
- PEV 9 – Jd. Nossa Senhora de Fátima, Rua Manoel Antônio da Silva, nº 610;
- PEV 10 – Jd. Santa Emília, Rua Luísa Febrônio Marini;

- PEV 11 – Jd. Santa Esmeralda, Rua Ágata.

Localização dos PEVs - EM CONSTRUÇÃO:

- PEV 12 – Jd. Nova Alvorada, Rua Alcebiádes Marques (antiga Rua 5), próxima ao Parque Socioambiental Lago da Fé (em construção);
- PEV 13 – São Sebastião, Rua Prof. Lúcio Alves da Costa (praça 2), no Loteamento Adventista Campineiro, próximo à AMCRESS (em implantação).

Localização dos LEVs - IMPLANTADOS:

1. LEV Parque Ortolândia – Praça Vereador José Costa Camargo, Rua Pastor Germano Riter - Próximo a Sabesp;
2. LEV Jardim Firenze – Rua Veneza, em frente ao Fórum;
3. LEV Jardim Amanda – Rua Tiradentes, em frente à lagoa;
4. LEV Parque Chico Mendes – Rua João Mendes, s/nº, Parque Ortolândia;
5. LEV Jardim Everest – Rua Pico do Atalaia, nº 88;
6. LEV Lago Da Fé – Av. Wesley Dias Rodrigues, Jardim Alvorada;
7. LEV Vila Real – Av. São Francisco de Assis, Praça da Paróquia do Rosário;
8. LEV Jardim Santa Esmeralda – Rua Turmalina;
9. LEV Jardim Nossa Sra. de Fátima – Rua Cicero Ramos Meira - Escola Estadual Pastor;
10. LEV Jardim Nossa Sra. de Fátima – Rua Albina Rodrigues Pereira - Praça do Pastel;
11. LEV Jardim Nossa Sra. de Fátima – Rua Armelinda Espúrio da Silva, nº 785, em frente à EMEF Josias da Silva Macedo;
12. LEV São Sebastião (Contêiner Metálico) - Rua Pastor Ernesto Roth, nº 705;
13. LEV Jardim Novo Horizonte - Rua Moacir de Souza Campos, em frente à EMEF Taquara Branca;
14. LEV Palácio das Águas - Rua José Claudio Alves Dos Santos, nº 585, Remanso Campineiro;

15. LEV Câmara Municipal - Rua Joseph Paul Julien Burlandy, nº 250, Parque Gabriel;
16. LEV Centro – Rua Luiz Camilo de Camargo, nº 630, Remanso Campineiro, Centro;
17. LEV Remanso – Rua Alda Lourenço, Remanso Campineiro, na Praça Bambino;
18. LEV E.E. Profa. Conceição Aparecida Tereza Gomes Cardinales – Rua Visconde do Rio Branco, Jardim Amanda;
19. LEV do Remanso das Águas – Estrada Municipal Sabina Batista de Camargo;
20. LEV Creape - Rua Bolívia, nº 290 – Jardim Santa Clara do Lago II;
21. LEV Orestes Ôngaro – Rua Domingos Batista de Souza, Praça ao lado do quiosque - Parque Orestes Ôngaro.

8.2.3.2.3. Santa Bárbara D'Oeste

O município de Santa Bárbara d'Oeste possui um Programa Municipal de Coleta Seletiva, coordenado pela Secretaria de Meio Ambiente e conta com coleta de materiais recicláveis na porta dos municípios e por meio de pontos específicos localizados na cidade, denominados de PEVs (Pontos de Entrega Voluntários), Ecopontos e Eco Drive Thrus.

Em 2018, de acordo com informações publicadas no site da Prefeitura Municipal de Santa Bárbara d'Oeste, foram recolhidos, por meio do Programa Municipal de Coleta Seletiva, quase 1,5 mil toneladas de resíduos recicláveis desde que o serviço foi reorganizado e ampliado em 2014, quadruplicando a quantidade de materiais recolhidos.

A reorganização da Coleta Seletiva adotada pela Administração Municipal em 2014 contou com a disponibilização de mais caminhões para a coleta porta a porta, definição de novo cronograma de bairros atendidos, instalação de contêineres de material reciclável em áreas onde há maior fluxo de pessoas, além do novo gerenciamento dos Ecopontos existentes e implantação dos Eco Drive Thru - contemplando a nova política de coleta de resíduos em Santa Bárbara D'Oeste.

Por sua vez, em 2017, a Recicoplast (Cooperativa de Trabalho dos Profissionais de Reciclagem de Resíduos Sólidos de Santa Bárbara d'Oeste) aumentou sua capacidade

operacional, passando a utilizar veículo próprio para fazer a coleta, conquistando mais autonomia, geração de renda e área de cobertura, além de gerar economia à Prefeitura.

O cidadão, então, pode descartar seu material de duas formas, por meio da coleta porta a porta, realizada com caminhões da Prefeitura e da Cooperativa Recicoplast, conforme cronograma estabelecido, e dos Pontos de Entrega Voluntária (PEVs), que incluem Iglus, Eco Drive Thrus e Ecopontos. A coleta porta a porta conta com caminhões que passam nos bairros. Para descartar basta separar os resíduos recicláveis limpos e secos e colocá-los na frente das residências no dia da coleta ou levá-los até um Iglu ou Eco Drive Thru mais próximo. Os Iglus são 45 unidades que estão espalhadas nas principais vias da cidade. Não possuem distinção entre os materiais, sendo que o munícipe pode destinar seus resíduos na boca de cada Iglu mais próximo de sua residência ou trabalho.

Os outros tipos de PEVs são os Eco Drive Thru, onde as pessoas podem entrar em um recuo com o veículo, parar e descartar os resíduos recicláveis limpos e secos, previamente separados em papel/papelão, plástico, vidro e metal. Já nos Ecopontos os munícipes podem descartar, entre outras coisas, os resíduos recicláveis gerados pela sua atividade ou por pequenas obras.

RECICLOPAST

A Cooperativa Recicoplast está localizada no Conjunto dos Trabalhadores. É possível destinar os resíduos recicláveis limpos e secos gerados em estabelecimentos comerciais, industriais e condomínios residenciais.

Localização dos pontos de coleta seletiva

Eco Drive Thrus:

- Avenida Santa Bárbara (entre o Vic Center e Tivoli Shopping)
- Avenida Corifeu de Azevedo Marques (esquina com Rua General Câmara)
- Avenida da Amizade - Jardim das Palmeiras (Reservatório do DAE)

Ecopontos:

- Avenida Barretos esquina com Avenida Antônio Pedroso - Planalto do Sol
- Rua Independência - Parque Olaria
- Avenida Juscelino Kubitschek de Oliveira - Jardim Gerivá

8.2.3.2.4. Nova Odessa

O município de Nova Odessa possui um programa formal e instituído de coleta seletiva de materiais recicláveis e reutilizáveis, denominado **Programa Municipal de Coleta Seletiva**, o qual é realizado em parceria com a cooperativa Coopersonhos, sem remuneração.

A Secretaria de Meio Ambiente do município realiza ações de sensibilização e mobilização para a ampliação da cobertura da coleta seletiva na cidade, atendendo o Programa Município Verde Azul, do Estado de São Paulo.

Fica a cargo da Diretoria de Meio Ambiente a disponibilização do Banco de Dados Ambiental Municipal contendo todos os dados gerados relacionados ao meio ambiente e à sustentabilidade do município, tais como: gestão das águas, qualidade do ar, tratamento de esgoto, uso do solo, arborização urbana, geração de resíduos sólidos, coleta seletiva, mecanismos e procedimentos de monitoramento e avaliação, incluindo-se índices de gestão de resíduos sólidos.

O Banco de Dados é acessível pelo *website* da prefeitura no seguinte endereço eletrônico:

http://www.novaodessa.sp.gov.br/App_Image/Destaques/EEA8_Banco_Dados_Ambiental_Municipal_2019-2020.pdf

No âmbito da parceria estabelecida com a entidade de catadores, a Prefeitura de Nova Odessa desempenha um papel fundamental, realizando as seguintes atividades:

- Apoio financeiro ao funcionamento das organizações de catadores (por exemplo, pagamento de água, luz, entre outros);
- Concessão/doação de equipamentos (por exemplo, caminhões, equipamentos de proteção individual, prensa, entre outros);

- Doação de materiais de limpeza e higiene pessoal para o uso no desenvolvimento das atividades;
- Apoio técnico à captação de recursos financeiros para o desenvolvimento de projetos de coleta seletiva e triagem de materiais recicláveis.

Por meio da coleta seletiva, realizada também por um caminhão da Prefeitura a serviço da Coopersonhos, cerca de 10% do lixo domiciliar de Nova Odessa já é reciclado. A cooperativa recolhe os materiais três vezes por semana em diversos locais e empresas.

No entanto, as pessoas não precisam colocar os materiais recicláveis nas ruas, porque os cooperados realizam o trabalho de coleta de casa a casa (porta a porta), recolhendo os materiais recicláveis no portão, diretamente com os munícipes.

O Programa Municipal de Coleta Seletiva contempla além do recolhimento de recicláveis diretamente na porta dos moradores pela cooperativa, locais fixos de entrega, os quais são pontos pré-estabelecidos em que os moradores podem levar diretamente determinados tipos de resíduos para serem posteriormente reciclados e/ou reutilizados.

Os locais fixos para entrega de recicláveis são divididos em 4 tipos, sendo:

- Ecopontos;
- LEVs (Locais de Entrega Voluntária);
- PEVs (Ponto de Entrega Voluntária); e
- Programa de Coleta de Óleo Comestível.

LEVs e PEVs

Além da coleta porta a porta realizada em alguns bairros do município, a Prefeitura também disponibiliza pontos específicos de coleta/entrega, denominados de Ecopontos ou PEV (Ponto de Entrega Voluntária) e LEVs (Locais de Entrega Voluntária).

Nova Odessa conta atualmente com 2 (dois) LEVs (Locais de Entrega Voluntária) para o descarte exclusivo de materiais recicláveis. Os locais funcionam 24 horas e estão instalados no Parque Ecológico Isidoro Bordon e no Bosque Manoel Jorge (Jardim Santa Rosa).

Ecopontos

Os Ecopontos são locais próprios para o depósito regular de pequenas quantidades de restos de reformas (entulho), restos de galhos e grama, recicláveis e outros tipos de materiais inservíveis. Nova Odessa possui já possui dois. O de nº 01 fica no Jardim Monte das Oliveiras (Rua Vilhelms Rosenbergs x Rua Aristides Réstio), o de nº 2 no Residencial Triunfo (Av. Marginal, antes da entrada da Estação de Captação de Água nº 02 da CODEN).

É possível descartar no Ecoponto materiais recicláveis limpos como papel, papelão, plástico, vidro, metal e isopor; resíduos da construção civil (até 1 m³ por pessoa/dia); madeira e móveis usados; restos de poda; óleo de cozinha (devidamente embalado em garrafa PET); roupas usadas; aparelhos eletrônicos e pneus (quatro unidades por pessoa/dia).

No Ecoponto, os restos de construção civil e materiais inservíveis arrecadados são separados e levados até aterro sanitário para a destinação final ambientalmente adequada. Outra forma de coletar os RCCs gerados é por meio de operações de coleta em “pontos viciados” da cidade.

Os resíduos da construção civil (RCCs) são destinados de 3 formas, sendo:

- Reaproveitamento direto;
- Beneficiamento em usina de recuperação; e
- Aterro de resíduos da construção civil.

Após a prefeitura implantar os LEVs (Locais de Entrega Voluntária) e o Ecoponto no Jardim Monte das Oliveiras, aumentou-se em aproximadamente 30% o volume de trabalho da Coopersonhos.

Os materiais recicláveis são encaminhados para Coopersonhos. O espaço conta com caçambas e bags, que evitam que os resíduos sejam depositados diretamente no chão. A área é cercada por alambrados e tem controle de entrada e saída dos itens e da população, com monitoramento 24 horas. Funcionam todos os dias, das 07:00h às 19:00h e o descarte é gratuito a todos os munícipes de Nova Odessa.

A Figura 8.5 foi obtida do Banco de Dados Ambiental Municipal da Secretaria de Meio Ambiente e apresenta algumas informações sobre a coleta seletiva do município de Nova Odessa, referente ao período 2018-19.



MUNICÍPIO DE NOVA ODESSA
CNPJ: 45.781.184/0001-02 Inscr. Est.: Isento

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE
Diretoria de Meio Ambiente



204	Como a coleta seletiva é realizada no município?(assinale mais de uma alternativa, se houver)	X	Porta a porta com veículo motorizado
		X	Porta a porta por carroceiro/carrinheiro
		X	Entrega voluntária em PEV
		X	Entrega voluntária em entidades de catadores
			Outros. Quais:
			Não há coleta seletiva
205	Qual a quantidade coletada seletivamente (t/mês)?	35	
206	Qual a quantidade encaminhada para reciclagem (t/mês)?	33	

Figura 8.5 – Modalidades de coleta seletiva no Município de Nova Odessa

Fonte: Município de Nova Odessa, 2019.

Coleta de óleo de Cozinha

Por meio das coordenadorias de Educação e de Meio Ambiente e em parceria com a CODEN Ambiental (Companhia de Desenvolvimento de Nova Odessa), também realiza a campanha de coleta correta do óleo de cozinha (óleo vegetal) usado. A população pode depositar o óleo em uma das 20 escolas municipais, na sede da CODEN ou no próprio Parque Ecológico Isidoro Bordon para, posteriormente, ser encaminhado à empresa de reciclagem.

Dessa forma o Programa Municipal de Coleta Seletiva implantado na cidade ganha amplitude e permite atender grande parte da população, além de incentivar e promover a educação ambiental da população quanto à necessidade e importância de reciclagem dos resíduos.

Na tabela 8.5 são apresentados dados obtidos pelo Consimares no presente ano sobre as quantidades de resíduos da coleta seletiva comercializados.

Tabela 8.5 – Coleta seletiva nos municípios do Consimares em 2021

COLETA SELETIVA NOS MUNICÍPIOS DO CONSIMARES										
Municípios			Capivari	Elias Fausto	Hortolândia	Monte Mor	Nova Odessa	Santa Bárbara D'Oeste	Sumaré	Total
População (hab.)			56.379	17.936	234.259	60.754	60.956	194.390	286.211	910.885
COLETA PROVENIENTE DE RESÍDUOS SECOS										
ID	Descrição	Un.	QUANTIDADE COLETADA E COMERCIALIZADA POR MUNICÍPIO							
1	Resíduos recicláveis comercializados	t/mês	s/inf.	s/inf.	62,71	s/inf.	35,00	94,00	12,00	203,71
TOTAL (t/mês)			s/inf.	s/inf.	62.71	s/inf.	35,00	94,00	12,00	203,71
OBSERVAÇÕES:										
1) Todas as informações da presente tabela foram disponibilizadas pelo Consimares no mês de junho/2021. Dados ainda não disponíveis na base do SNIS.										
2) As populações dos municípios referem-se ao ano de 2020 (IBGE, 2020).										

Fonte: Consimares, 2021.

A Tabela 8.6 mostra o alcance dos programas de coleta seletiva nos 7 (sete) municípios do Consórcio em termos de população atendida. O levantamento das informações foi elaborado a partir do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, administrado pelo Governo Federal. Este sistema de informações permite não somente o planejamento e execução de políticas públicas e a orientação da aplicação de recursos, como também o exercício do controle social em cada município.

Tabela 8.6 – População urbana atendida com a coleta seletiva do tipo porta a porta executada pela Prefeitura (ou SLU)

Município	População (hab.)	População urbana do município atendida com a coleta seletiva do tipo porta a porta executada pela Prefeitura (ou SLU)	Percentual atendido
Capivari	56.379	s/inf	0%
Elias Fausto	17.936	s/inf	0%
Hortolândia	234.259	65.593	28%
Monte Mor	60.754	s/inf	0%
Nova Odessa	60.956	15.000	25%
Santa Bárbara D Oeste	194.390	194.390	100%
Sumaré	286.211	s/inf	0%
Total (hab.)	910.885	274.983	30,18%

Fonte: Adaptado de SNIS, 2019.

8.2.4. Transporte e Transbordo

A rede de transporte de resíduos do Consórcio caracteriza-se por quatro fluxos independentes de transporte conforme o tipo de resíduo: resíduos domiciliares, resíduos recicláveis, resíduos de construção civil, resíduos de serviços de saúde. Analisando-se os fluxos de transporte e as informações fornecidas pelas prefeituras ressaltam-se os seguintes problemas relacionados ao transporte de resíduos:

- Coleta e transporte realizados por empresas licitadas (contratos longos e pagamento por tonelada transportada);
- Alto custo de transporte e destinação final;
- Veículos inadequados;
- Geração flutuante (demanda variável); e
- Destinação final em outros municípios, na maioria dos casos.

Na etapa de transporte do resíduo, o transbordo pode ser necessário quando se precisa transportar os resíduos por distâncias maiores, como levá-los a aterros fora do município ou se tem a necessidade de compactação prévia dos resíduos para otimizar os veículos de transporte. O transbordo de resíduos requer a implantação de um ponto ou estação de transferência no sistema. Segundo Mansur & Monteiro (2001), as estações de transferência ou transbordo são locais onde os caminhões coletores descarregam sua carga em veículos com carrocerias de maior capacidade para que, posteriormente, sejam enviadas até o destino final. O objetivo dessas estações é reduzir o tempo gasto no transporte e, conseqüentemente, os custos com o deslocamento do caminhão coletor desde o ponto final do roteiro até o local de disposição final do lixo.

Os municípios do Consórcio não possuem nenhuma estação de transferência como tal é definida. Possuem pontos nos quais eventualmente se faz transbordo de resíduos quando se chega ao limite de sua capacidade como os Ecopontos, LEVs e PEVs.

Considerando os problemas de transporte do cenário atual do Consórcio como a destinação em outro município e altos custos dos veículos coletores para realizarem o transporte até o destino final, é recomendável a implantação de uma estação de transferência

para otimizar o transporte desses resíduos, principalmente quando se espera que o Consórcio integre seus processos de gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos.

Em relação à modalidade de transporte, os sistemas de transferência podem ser:

- Ferroviário: indicado para longas distâncias ou para cidades que não apresentem boas condições de tráfego rodoviário. Necessita de sistema rodoviário complementar para transportar o lixo da área de desembarque de carga até as frentes de trabalho da disposição final;
- Rodoviário: sistema mais empregado é recomendável para distâncias médias de transporte e para locais que não tenham o sistema de tráfego saturado.

As estações de transferência ou transbordo, podem ser estruturadas em dois modelos:

- Estação com transbordo direto: Muito empregadas no passado, contam com um desnível entre os pavimentos, para que os caminhões de coleta, posicionados em uma cota mais elevada, façam a descarga do lixo do caminhão de coleta diretamente no veículo de transferência. Por não contarem com local para armazenamento de lixo, estas estações necessitam de uma maior frota de veículos de transferência para assegurar que os caminhões de coleta não fiquem retidos nas estações aguardando para efetuar a descarga dos resíduos;
- Estação com armazenamento e compactação: além de armazenar resíduos, têm como principal objetivo obter o aumento da massa específica dos resíduos visando à redução das despesas com transporte.

A implantação de uma estação de transferência deve ser precedida de estudo de viabilidade que avalie seus ganhos econômicos e de qualidade para o sistema de coleta. Pereira (2013), diz que no município de Florianópolis-PR, foi obtida uma redução de 24% dos custos totais com transporte de resíduos sólidos urbanos ao implantar e operar Estação de Transferência (ET), após estudos de localização para implantação da referida estação e considerando-se os custos para construção e manutenção da mesma.

8.2.5. Processamento e recuperação

Define-se processamento/tratamento e recuperação como uma série de procedimentos destinados a reduzir a quantidade ou o potencial poluidor dos resíduos sólidos, seja impedindo descarte de resíduos em ambiente ou local inadequado, seja transformando-o em material inerte ou biologicamente estável. Alguns exemplos de processamento e recuperação são: reciclagem, tratamento térmico, compostagem etc. Esse item será abordado em maiores detalhes em item específico (8.4 Tecnologias de tratamento e recuperação de resíduos sólidos).

Os tipos de processamento/tratamento utilizados nos municípios do presente Consórcio são pontuais e não chegam a reduzir significativamente o volume de resíduos que necessitam ser destinados a aterros:

- Resíduos Domésticos (RDO): não passa por processamento;
- Resíduos de Poda e Varrição (RPV): compostagem simples - técnicas aplicadas para controlar a decomposição de materiais orgânicos, com a finalidade de obter, no menor tempo possível, um material estável, rico em húmus e nutrientes minerais; com atributos físicos, químicos e biológicos. Trituração: o material triturado pode ser utilizado como adubo orgânico ou outras aplicações;
- Resíduos de Serviço de Saúde (RSS): tratamento por microondas e incineração, ambos processos de desinfecção dos resíduos hospitalares.
- Resíduos da Construção Civil (RCC): moagem e reuso – reaproveitamento de alguns resíduos da construção civil para pavimentação de estradas rurais e como agregado em obras, desde que os mesmos não estejam contaminados e/ou classificados como resíduos perigosos - Classe 1 (Conforme Norma ABNT nº 10.004).

8.2.6. Disposição Final

Encerra-se o fluxo de gerenciamento com a destinação dos resíduos ou caso tenham sido processados e/ou tratados. É o encaminhamento dos rejeitos para uma disposição final ambientalmente adequada, que no Brasil geralmente consiste na disposição em um aterro sanitário, visto ser este uma obra de engenharia que permite o monitoramento de possíveis

contaminantes provenientes dos resíduos (como chorume e gases decorrentes da decomposição dos resíduos). Dentre os municípios do Consórcio, apenas Santa Bárbara d'Oeste possui um aterro sanitário em operação e licenciado. Os demais destinam quase todos os resíduos coletados a aterros em outros municípios, o que representa um custo extra para destinação e transporte de todo o volume gerado sem prévio processamento.

8.3. Premissas logísticas para melhoria do processo

Os resíduos sólidos urbanos são um campo em que os investimentos são altos em relação aos orçamentos municipais, assim a adoção de certas técnicas e a falta de otimização dos processos podem acarretar em elevados custos de manutenção no sistema de gerenciamento de resíduos. A logística pode ter uma grande importância no processo de destinação de resíduos, em combinação com práticas como a reciclagem, pode minimizar significativamente o uso de aterros de resíduos.

A inserção da logística em questões de ordem ambiental nas grandes cidades é um tema já discutido na literatura:

Os Estados Unidos produz mais de 160 milhões de toneladas de resíduos por ano, o suficiente para um comboio de caminhões de lixo de 10 toneladas percorrer meio caminho até a lua (BALLOU, 2001, p.31).

A operação logística de captação na cidade de São Paulo exigiu em 1996 uma média de 1850 viagens diárias com 600 caminhões compactadores de 10 toneladas, obrigando a um transbordo em carretas de grande porte em três locais estrategicamente localizados, para encaminhamento à disposição final nos aterros sanitários, incineração e compostagem. (LEITE, 1998, p. 3).

O principal objetivo da logística é a redução de custos, sem perdas de eficiência, no atendimento e na qualidade do produto. Conforme Ballou (2001) já dizia, a consciência ambiental está aumentando devido ao crescimento da população e do resultado do desenvolvimento econômico. Nesta perspectiva, a logística passa a ser fundamental no processo de coleta, tratamento e transporte dos resíduos.

Portanto, no contexto da administração pública, a logística na coleta e na destinação final dos resíduos tem o mesmo sentido do conceito original de logística, à medida que envolve as operações de transporte, de acondicionamento, de planejamento e controle de rotas, dentre outros processos. Além disso, sua finalidade continua sendo a de minimizar tempo, reduzir custos e satisfazer seus usuários.

Desta forma as premissas da administração logística contribuem para tornar o processo de gestão de resíduos sólidos de uma cidade mais eficiente e mais enxuto. Tendo em vista a busca por soluções integradas entre municípios, com o estabelecimento do Consimares, priorizou-se a adoção das premissas logísticas de consolidação de cargas e roteirização do transporte como princípios logísticos fundamentais para a melhoria do gerenciamento dos resíduos.

8.3.1. Consolidação de cargas

De modo geral, a consolidação de cargas consiste em criar grandes carregamentos a partir de vários pequenos volumes, e resulta em economia de escala dos custos de fretes. É preciso um bom gerenciamento para utilizar este método, pois é necessário analisar quais cargas podem esperar um pouco mais e serem consolidadas. Se mal executado, compromete a qualidade do serviço de transportes, pois gera atrasos.

A consolidação de cargas gera economias de escala em relação ao custo do pessoal habilitado para comercialização, controle e administração da carga, comunicação, manuseio e preparação de embarques, taxas e tarifas, seguros, amortização de investimentos, margens de lucros etc.

No processo de gerenciamento de resíduos envolvendo os seis municípios, pode-se gerar economia principalmente em relação aos custos de frete e destinação final, vez que atualmente quatro destes municípios gastam com o transporte de resíduos domiciliares e aterramento no município de Paulínia-SP, o que significa o deslocamento de 15 a 49 km⁷.

No modal rodoviário, a consolidação de cargas é um dos principais mecanismos para reduzir os custos de transporte ao trabalhar com grandes volumes utilizando os maiores

⁷ Considerando a distância média de Paulínia-SP a: Sumaré - 20km, Americana - 29km, Hortolândia - 14,5km, Nova Odessa - 24km, Capivari-49 km.

veículos possíveis, a plena capacidade. A estratégia mais simples para se consolidar cargas é postergar os embarques para uma determinada rota, até que haja carga suficiente para atingir a capacidade máxima do veículo utilizado. No caso de transporte de resíduos essa estratégia pode ser empregada dependendo do tipo de resíduo, devendo-se considerar a existência de degradação e risco sanitário de postergar a destinação. Sendo assim, é aplicável ao transporte de resíduos da construção civil, de poda e varrição, de recicláveis e aos resíduos domiciliares (desde que se estabeleça um prazo máximo de postergação desta carga para destinação por este resíduo conter rejeitos orgânicos).

A maneira inteligente de alcançar a consolidação é por meio da montagem de uma rede de instalações envolvendo estações de *cross-docking* ou de transferência, onde por meio da coordenação entre veículos de grande porte, para transferências entre terminais, e veículos de pequeno porte, para coleta e entrega, torna-se possível alcançar a consolidação da carga e a otimização da capacidade dos veículos de transporte.

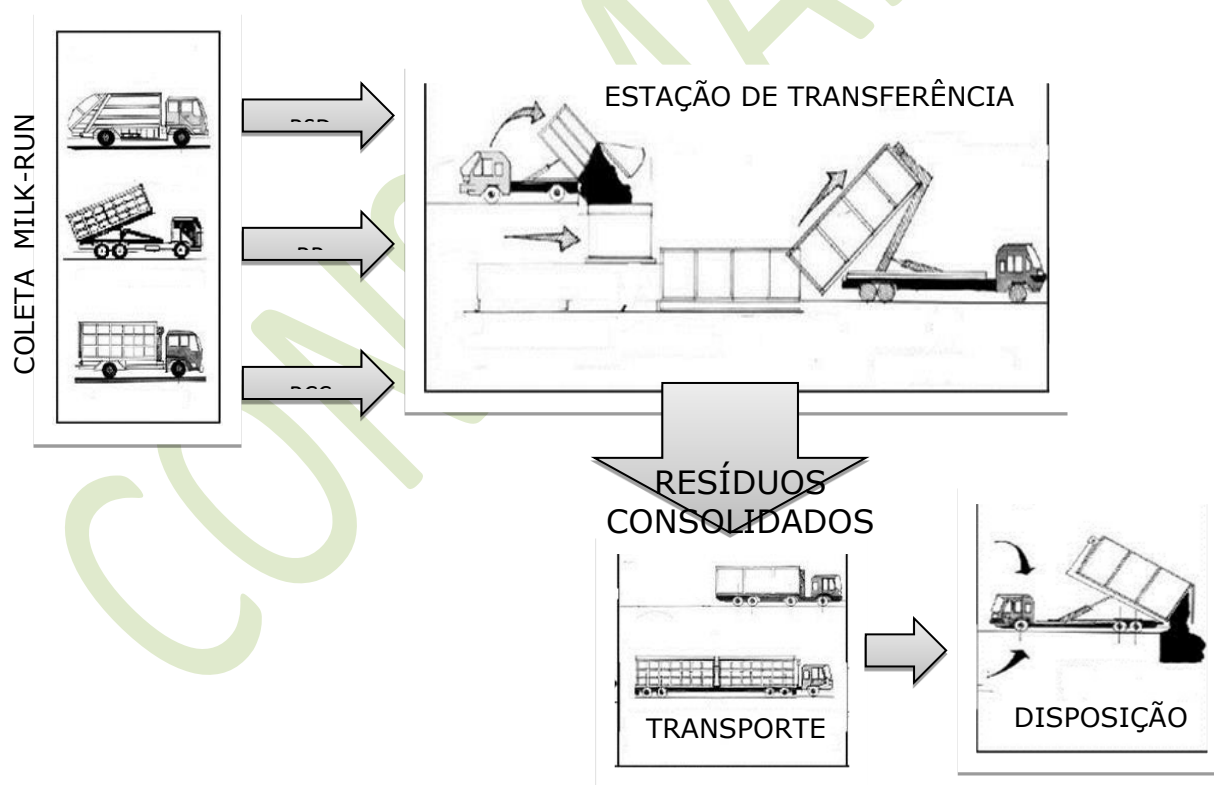


Figura 8.6 – Operação de cross-docking (Transferência) de resíduos com consolidação de carga nos veículos

Fonte: Adaptado por Consimares, 2021.

De acordo com Ballou (2001) a consolidação de cargas pode ser alcançada de quatro maneiras: consolidação do estoque, do veículo, do armazém e temporal. Dentre estas, as formar aplicáveis ao gerenciamento de resíduos do Consórcio são:

- **Consolidação do estoque:** é criado um estoque dos produtos a partir do qual a demanda é atendida. Isto permite embarques maiores e até cargas completas de veículos. Para uma rede técnica de resíduos sólidos, pode-se consolidar estoques em ecopontos, cooperativas e associações de catadores com estoque de materiais recicláveis.
- **Consolidação do veículo:** quando as coletas envolvem quantidades incompletas de veículo, mais de uma coleta é colocada no mesmo veículo de modo a alcançar um transporte mais eficiente. Aplicável a coleta de um mesmo tipo de resíduo, como a coleta de resíduos de serviço de saúde, que é realizada em veículos especiais e nem sempre com capacidade completa, podendo o Consórcio consolidar os veículos de todos os municípios já usados para este resíduo.

Os tipos de veículos empregados na coleta e transporte de resíduos são os mais diversos. Uma primeira grande classificação seria dividi-los em motorizados e não-motorizados (os que utilizam a tração animal como força motriz). Os motorizados podem ser divididos em compactadores, que, segundo Roth *et al.* (1999), podem reduzir a 1/3 o volume inicial dos resíduos, e comuns (tratores, coletor de caçamba aberta e coletor com carrocerias tipo prefeitura ou baú). Há também os caminhões multicaçamba utilizados na coleta seletiva de recicláveis, em que os materiais coletados são alocados separadamente dentro da carroceria do caminhão. A tabela a seguir descreve alguns veículos utilizados no transporte de resíduos.

Tabela 8.7 - Veículos utilizados na coleta e transporte de resíduos

Nome	Tipo de Coleta	Característica
Lutocar	Recebimento de resíduos sólidos coletados nos serviços de varredura das ruas, logradouros públicos, etc.	Carrinho transportador manual de lixo, de tubos de aço, com recipiente aberto na parte superior para conter sacos plásticos.
Poliguindaste	Coleta e transporte de basculante e deposição de caçambas ou contêineres de até 5m ³ de capacidade volumétrica, para	Guindaste de acionamento hidráulico, com capacidade mínima de 7 t, para içamento e transporte de caixas tipo "Brooks" que acumulam



	acondicionamento de lixo público, lixo de favelas, entulhos etc.	resíduos sólidos. O equipamento poderá ser do tipo simples, para transporte de uma caixa de cada vez, ou duplo, para transporte de duas caixas de cada vez.	
Basculante “Toco”	Remoção de lixo público, entulho e terra com caçamba de 5 a 8m³ de capacidade.	Veículo curto, com apenas dois eixos, deve ser montado com chassi que possua capacidade para transportar de 12 a 16 T.	
Basculante Trucado	Remoção de lixo público, entulho e terra.	Veículo longo, com três eixos, e sua caçamba deve ter 12m³ de capacidade e ser montada sobre chassi com capacidade para transportar 23 t. Carregamento realizado com uma pá carregadeira para reduzir esforço humano e aumentar produtividade.	
Roll-on/Roll-Off	Caminhão coletor de lixo público, domiciliar ou industrial, operando com contêineres estacionários de 10 a 30m³, sem compactação ou de 15m³, com compactação	Dotado de dois elevadores para basculamento de contêineres plásticos de 120, 240 e 360 litros. Pode operar com 6 contêineres estacionários. Deve ser montado em chassi trucado com capacidade para 23 t.	
Carreta	Transporte de Entulho.	Semi-reboque basculante com capacidade de 25m³, com cavalo mecânico (4x2) de tração de 45 t. Carregamento feito por pá carregadeira e a descarga, no destino, pelo basculamento da caçamba.	

Fonte: Consimares, 2021.

- Consolidação do armazém:** a razão fundamental para armazenar é permitir o transporte de tamanhos grandes de embarque sobre distâncias longas e o transporte de tamanhos pequenos de embarque sobre distâncias curtas. São exemplos os armazéns ou estações usadas para operações de desmembramento de volumes tipo *cross-docking*. Pode-se implantar na atual rede técnica de resíduos de Consórcio estações de transferência para os resíduos domiciliares e da construção civil, vez que

estes consistem nos maiores volumes gerados, tendo em vista transportar um maior volume por veículo até a destinação final.

Considerando-se o ganho operacional de utilizar uma estação de transbordo para o gerenciamento dos fluxos da rede técnica de resíduos, exemplifica-se a seguir metodologias de estudo de redes logísticas para se estabelecer a melhor localização de instalações como um centro de distribuição, depósitos e armazéns de *cross-docking* (estação de transferência).⁸

Segundo Bowersox (2001) o objetivo do estudo de localização é responder às seguintes questões: a quantidade de instalações (centros de distribuição, armazéns, estações de *cross-docking*) que a empresa deve ter e onde devem estar localizados; os clientes e as áreas do mercado que devem ser servidos a partir de cada instalação; e os tipos de produtos que devem ser armazenadas em cada instalação. Considerando os processos de coleta e destinação final dos resíduos da rede técnica, os fornecedores da rede são os geradores de resíduos e o cliente será o destino final, como um aterro ou usina.

Para responder essas questões as três técnicas de análise mais utilizadas são: técnicas analíticas, técnicas de programação linear; e técnicas de simulação (BALLOU, 2001; BOWERSOX, 2001).

As técnicas analíticas são as baseadas na geometria analítica. Elas identificam o centro de gravidade geográfico da rede logística. A técnica analítica é muito apropriada para localização de uma única instalação. Para se resolver o problema de localização para mais de uma instalação é necessário utilizar as técnicas baseadas em programação linear e simulação.

O centro de gravidade pode ser de peso, de distância, uma combinação de peso-distância ou uma combinação de peso-tempo-distância. A utilização da geometria analítica para determinar o centro de gravidade da rede logística resume o problema de localização ao cálculo da média ponderada pelo peso, distância ou das combinações peso-distância e peso-tempo-distância, dependendo do centro de gravidade escolhido. O resultado dos cálculos são as coordenadas x e y do centro de gravidade procurado, o que será a localização da instalação. Assim, uma estação de transbordo de resíduos deve localizar-se mais próxima a região que

⁸ Os dados fornecidos pelos municípios nos questionários, quanto a geração atual e rotas de coleta, não foram suficientes para permitir um estudo de localização para estações de transferência no consórcio, sugere-se nova coleta de dados para futuros estudos de localização.

tem uma maior demanda de transporte de resíduos, ou seja, aquela que tem a maior geração de resíduos atrairá para próximo de si uma estação de transbordo.

A otimização da rede é uma das abordagens da programação linear mais utilizada. O seu objetivo é minimizar os custos variáveis de produção, de suprimento e de distribuição de mercadorias, sujeitos às restrições de fornecimento, demanda e capacidade. O método de transportes é uma técnica de otimização da rede cujo objetivo é a minimização dos custos de transportes. A técnica de programação inteira-mista, se comparada com a técnica de otimização, é mais flexível para responder a pequenos detalhes operacionais. Já a técnica de otimização é mais eficiente do ponto de vista computacional.

Apesar das vantagens, a programação linear enfrenta alguns problemas quando utilizada para planejar sistemas logísticos mais complexos. Quando o número de alternativas e restrições é muito grande, o problema se torna não-trivial e complexo. Quando a quantidade de premissas simplificadoras é muito grande, é possível encontrar uma solução matemática ótima, contudo, esta solução pode ser inútil para a realidade das operações.

Segundo Ballou (2001), o modelo de simulação de localização de instalação refere-se a uma representação matemática de um sistema logístico por demonstrações algébricas e lógicas que podem ser manipuladas com a ajuda de um computador. A técnica de simulação empregada pode ser classificada em simulação estática e dinâmica. A principal diferença entre a simulação estática e dinâmica é o tratamento dos eventos no tempo.

Bowersox (2001) explica a utilidade da simulação estática como uma ferramenta que permite quantificar os níveis de serviços a serem prestados aos clientes e a composição do custo total. Obedecendo ao objetivo do projeto, a simulação elimina os centros de distribuição um a um, até chegar a uma quantidade específica, administrável. O processo de exclusão se baseia na retirada do sistema dos centros de distribuição de maior custo, segregando-o dos demais através de uma análise de custo marginal. A demanda que era atendida pelo centro de distribuição excluído é atribuída aos demais centros. A melhor solução é conhecida comparando-se o custo total e a capacidade de prestação de serviço do sistema original para o sistema simulado. A maior vantagem da simulação é a sua simplicidade e o baixo custo de repetição do processo, contudo, a simulação não garante uma solução ótima para o problema de localização.

Além destes métodos descritos, Ballou (2001) ainda descreve um quarto método de localização de instalações: método heurístico.

O método heurístico corresponde à utilização dos métodos citados adicionado de qualquer princípio ou conceito que contribui para a redução do tempo médio de pesquisa de uma solução. A avaliação seletiva e a programação linear guiada são dois exemplos de métodos heurísticos que simplificam a obtenção da solução ótima.

Bowersox (2001) comenta que, do ponto de vista da economia de transportes, o armazém ou estação de transbordo é usado para obter máxima consolidação de cargas. Desta forma, o potencial de consolidação de carga justifica o estabelecimento de um depósito. Assim, os depósitos são acrescentados ao sistema logístico para minimização de custos de transporte e, como regra geral (BOWERSOX, 2001), isto ocorre nas seguintes situações:

$$\sum \frac{P_{\bar{v}} + T_{\bar{v}}}{N_{\bar{x}}} + W_{\bar{x}} + L_{\bar{x}} \leq \sum P_{\bar{x}} + T_{\bar{x}}$$

onde V P é o custo de processamento da carga consolidada, V T é o custo de transporte da carga consolidada,

X W é o custo de armazenagem da carga média, X L é a entrega local da carga média,

X N é o número de cargas médias por carga consolidada, X P é o custo de processamento de carga média,

X T é o custo direto de frete de carga média.

A única limitação a essa generalização é a existência de volume suficiente para cobrir o custo fixo de cada depósito. Se a soma dos custos de armazenagem, de transferência e de entrega local for igual ou inferior ao custo de expedição direta aos clientes, o estabelecimento e a operação de depósitos adicionais serão justificados. (BOWERSOX, 2001)

8.3.2. Roteirização do Transporte e a Programação do veículo

De acordo com IPT e CEMPRE (2000), os serviços de limpeza absorvem entre 7 e 15% dos recursos de um orçamento municipal, dos quais cerca de 50% são destinados à coleta e ao transporte dos resíduos. Por esta razão, as operações de coleta e transporte são serviços importantes para a administração da cidade. Desta forma, torna-se importante um serviço bem planejado. A roteirização consiste em reduzir o custo dos transportes e melhorar o serviço prestado, encontrando os melhores trajetos que um veículo deve fazer.

O método mais simples e mais direto é o denominado método da rota mais curta, que pode ser baseado utilizando-se de software. Por meio de soluções computadorizadas, a rede de ligações e de "nós" pode ser mantida em um banco de dados e, ao selecionar pares particulares da origem e do destino as rotas curtas podem ser desenvolvidas (BALLOU, 2001). Para selecionar o percurso mais eficiente e de menor custo, utiliza-se do modelo denominado rotas mínimas em redes, e da programação dinâmica ou da programação por estágio. O problema de programação do veículo, segundo Ballou (2001), inclui a determinação do número de veículos envolvidos, suas capacidades, as sequências e os pontos de parada para coleta em cada roteiro de um dado veículo.

A roteirização de veículos é a definição de uma ou mais rotas a serem percorridas por veículos de uma frota, passando por locais que devem ser visitados (Brasileiro, 2004). Estes locais podem ser pontos específicos, caracterizados como nós de uma rede ou segmentos de vias. Os segmentos de vias são denominados arcos ou ligações. Um roteiro pode ser traçado buscando-se, através de tentativas, a melhor solução que atenda simultaneamente condicionantes tais como o sentido do tráfego das ruas, evitando manobras à esquerda em vias de mão dupla, assim como percursos duplicados e improdutivos. Costuma-se traçar os itinerários levando-se em conta o sentido do tráfego, as declividades acentuadas e a possibilidade de acesso e manobra dos veículos.

O objetivo do roteamento na coleta de resíduos é definir um conjunto de rotas que atendam a um conjunto de determinadas áreas. A meta é realizar o percurso com o menor custo em termos de quilometragem e tempo total, atendendo às restrições de movimentação dos veículos nas ruas da cidade, capacidade dos caminhões e tempo de serviço máximo da frota.

O método de redimensionamento de roteiros de coleta consiste em:

- Dividir a cidade em subáreas;
- Levantar e sistematizar as características de cada roteiro;
- Analisar as informações levantadas;
- Redimensionar os roteiros, tendo como premissas: a exclusão (ou minimização) de horas extras de trabalho, o estabelecimento de novos pesos de coleta por jornada e as concentrações dos resíduos em cada área (MONTEIRO et al., 2001).

Considerando a extensão das rotas de coleta dos oito municípios, se o Consórcio adquirir um sistema de roteirização pode obter ganhos significativos, tanto do ponto de vista financeiro, com a redução dos custos operacionais, quanto em termos da qualidade do serviço prestado. Conforme Brasileiro (2008), existem muitos softwares que facilitam a atividade de roteirização que combinando uma tecnologia de Sistema de Informação Geográfica (SIG) e um sistema de modelagem de capacidades de transporte em uma plataforma integrada. Trabalhando com todos os modais de transporte, este sistema, quando aplicado a modelos de roteamento e logística, pode ser utilizado por diferentes setores (públicos ou privados) como, por exemplo, na coleta de resíduos e recicláveis. Nesta perspectiva ressalta-se que a roteirização e a programação do veículo também contribuem para o cumprimento da frequência, horário e regularidade da coleta do resíduo urbano.

A operação de coleta dos resíduos sólidos domiciliares caracteriza-se pelo envolvimento dos cidadãos, que devem acondicioná-los adequadamente e apresentá-los em dias, locais e horários pré-estabelecidos. Este serviço consiste em transportar os resíduos dos locais de onde foram acondicionados até o destino final. Para que o serviço de coleta de resíduos ocorra de forma satisfatória, é necessário a implantação de um sistema eficiente, que opere em toda a área urbana e; também, que seja regular, ou seja, os veículos coletores devem passar regularmente nos mesmos locais, dias e horários.

8.3.3. Logística Reversa

O conceito de logística reversa vem evoluindo nas últimas décadas, sendo nos anos 80 entendido como o movimento de bens do consumidor para o produtor por meio de um canal

de distribuição (LAMBERT & STOCK *apud* ROGERS & TIBBEN-LEMBKE, 2001). O escopo da logística reversa era limitado a esse movimento que faz com que os produtos e informações sigam na direção oposta às atividades logísticas normais ("*wrong way on a one-way street*"). Nos anos 90, autores como Stock (1992) introduziam novas abordagens, como a logística do retorno dos produtos, redução de recursos, reciclagem, e ações para substituição de materiais, reutilização de materiais, disposição final dos resíduos, reaproveitamento, reparação e remanufatura de materiais. Em 1998, Carter e Ellram definindo a Logística Reversa incluíram a questão da eficiência ambiental.

Conforme a PNRS, os sistemas de logística reversa, instituída como instrumento de lei (art. 8º), constitui-se em um conjunto de ações para facilitar o retorno dos resíduos aos seus geradores para que sejam tratados ou reaproveitados em novos produtos. De acordo com esta legislação, os envolvidos na cadeia de comercialização dos produtos, desde a indústria até as lojas, deverão estabelecer um consenso sobre as responsabilidades de cada parte. As empresas tinham até o final de 2011 para apresentar propostas de acordos setoriais, que foram consolidados na Reciclanip (pneus), Reciclus (lâmpadas), Green Eletron (pilhas e baterias e eletroeletrônicos), e InpEV (embalagens de agrotóxicos). Atualmente, a logística reversa já funciona pontualmente com pilhas e baterias, pneus, embalagens de agrotóxicos e lâmpadas, e é pouco praticada pelo setor de eletroeletrônico, bem como vem sendo exigida nos licenciamentos ambientais do Estado de São Paulo, pela CETESB, conforme mencionado no capítulo 2.

A PNRS contempla também em seu texto a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, ou seja, o gerenciamento dos resíduos sólidos deixa de ser responsabilidade exclusiva dos gestores municipais e passa a ser também dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e dos consumidores. Ficaram obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os participantes da cadeia produtiva (fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes) e de negócios dos: agrotóxicos (seus resíduos e embalagens), pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes (seus resíduos e embalagens), lâmpadas (fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e mista) e dos produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Um ponto importante da lei é prever que titular do serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos pode, por meio de um acordo setorial ou termo de compromisso firmado com o setor empresarial, encarregar-se de atividades de responsabilidade dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes nos sistemas de logística reversa dos produtos e embalagens, sendo devidamente remuneradas.

Caso os municípios do Consórcio firmem acordos setoriais necessitarão implementar fluxos reversos na sua rede técnica de resíduos para atender ao retorno desses resíduos especiais. É importante compreender que o fluxo da logística reversa pode se dar de duas formas, conforme Leite (2002):

a) Logística reversa de pós-venda: trata do planejamento, do controle e da destinação dos bens sem uso ou com pouco uso, que retornam à cadeia de distribuição por diversos motivos, tais como, a devolução por problemas de garantia, avarias no transporte, excesso de estoques, prazo de validade expirado, entre outros.

b) Logística reversa de pós-consumo: trata dos bens no final de sua vida útil, dos bens usados com possibilidade de reutilização (embalagens) e os resíduos industriais.

A distribuição física de ambos se utiliza dos mesmos canais, tendo como origem a cadeia de distribuição e como destino o consumidor. Os fluxos reversos desses dois tipos de bens retornam do consumidor (origem) à cadeia de distribuição (destino), porém, por meio de diferentes canais intermediários.

De uma forma geral, as redes de distribuição reversa se estruturam em torno de um mercado disponibilizador em que o recuperador de produtos usados atua como comprador, e um mercado de reuso, onde o recuperador atua como vendedor (FLEISCHMANN, 2001). A figura 8.7 a seguir sumariza os fluxos que compõem o processo logístico reverso.

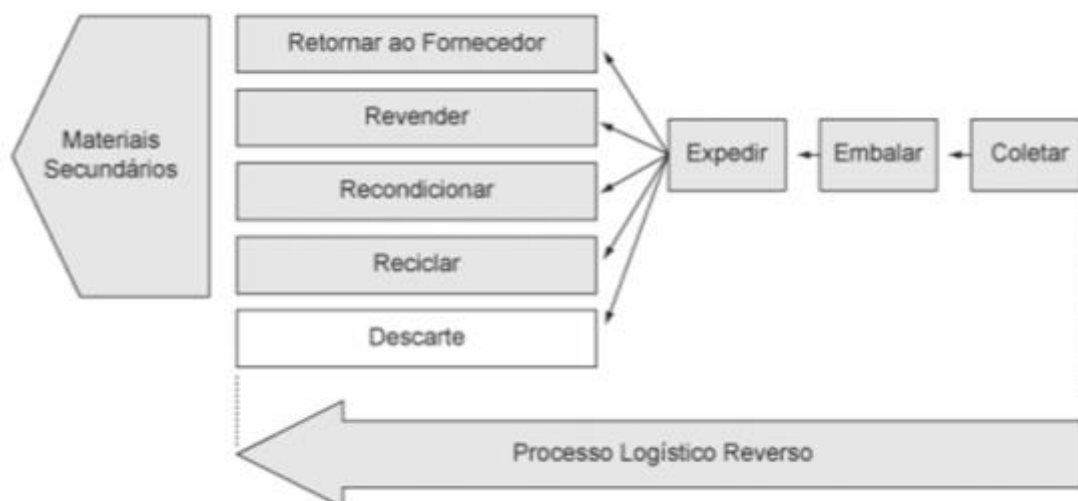


Figura 8.7 - Processo Logístico Reverso

Fonte: Lacerda, 2002.

Segundo Fleischmann *et al* (2000) *apud* Lima Junior (2004), as redes reversas de produtos diferentes possuem características em comum e podem ser comparadas com as redes tradicionais. Um dos pontos que os autores destacam é a transição que deve existir entre a rede de produtos “diretos” e a rede de produtos de retorno através de etapas que vão desde a coleta, passando pela inspeção/separação, reprocessamento, disposição e redistribuição.

Ao comparar a rede de produtos tradicional com a rede de produtos de retorno, os autores afirmam que na rede tradicional o suprimento pode ser considerado como uma variável endógena e que na rede reversa, o suprimento é uma variável exógena, sendo difícil prever. Essa diferença mostra que entre variáveis endógenas, que são aquelas que estão inseridas no processo de forma controlada e as variáveis exógenas, que são variáveis externas ao processo e muitas vezes não podem ser controladas, os modelos de planejamento de redes são diferentes para as reversas e para as tradicionais, mesmo elas possuindo características comuns.

8.4. Tecnologias de tratamento e recuperação de resíduos sólidos

Os procedimentos na gestão de resíduos sólidos englobam estágios operacionais e suas tecnologias que, de forma geral, enfocam os métodos de tratamento que se aplicam,

principalmente aos resíduos domésticos. Porém, não impede a inclusão de outros tipos de rejeitos que podem beneficiar-se com o sistema de tratamento e recuperação estabelecido por eles.

As formas de tratamento e recuperação aqui levantadas como tecnologias de tratamento alternativo tiveram como base para seleção:

- não exercer um impacto significativo sobre o custo total de operação;
- definir em que estágio os materiais podem ser recuperados;
- qual energia pode ser produzida, bem como incentivar a redução de GEE; e
- o potencial de redução significativo das quantidades de rejeito final.

Além destes critérios, a hierarquia dos resíduos e as regras que especificam a sua reintrodução no sistema produtivo devem seguir práticas socioambientais, e as tomadas de decisões devem cumprir os vários requisitos legais e outros aspectos, tais como a conformidade com o território, a inclusão social e a geração de renda.

8.4.1. Formas de tratamento e recuperação

Com base no critério de seleção as formas de tratamento e recuperação selecionadas para a configuração dos arranjos de cada uma das abordagens tecnológicas indicadas por este trabalho são:

- Reintrodução de materiais por meio do reuso e/ou reciclagem, sejam eles classificados como resíduos sólidos domésticos e/ou resíduos sólidos de construção civil;
- Bioestabilização da matéria orgânica por processos aeróbios e/ou anaeróbios; e
- Tratamento térmico de resíduos sólidos, com ou sem reaproveitamento energético.

Reintrodução de materiais

A geração dos resíduos da construção civil tem crescido a partir da década de 90. Pode-se considerar como resíduos da construção civil os executores de reformas, ampliações e demolições; construtores de novas residências, de pequeno ou grande porte; e construtores de novas edificações.

Os resíduos de construção e demolição descartados em aterros e depósitos clandestinos podem ser reciclados e reaproveitados para obtenção de agregado reciclado. Esse resíduo apresenta características bastante particulares por ser originado em um setor que aplica um grande número de métodos construtivos, sendo um dos resíduos sólidos mais heterogêneos, pois é constituído por materiais como argamassa, areia, solo, cerâmica vermelha e branca, concretos, madeira, metais, papel, pedras asfalto, tintas, gesso, plástico, borracha, matéria orgânica, entre outros. Suas características dependem diretamente do desenvolvimento da indústria da construção local, bem como da localização geográfica, do perfil das atividades econômicas, da densidade demográfica, do tipo e da fase da obra, das técnicas construtivas empregadas, das características regionais, entre outros fatores.

A forma de tratamento dos resíduos da construção civil mais difundida é a segregação (ou limpeza), seguida de trituração e reutilização na própria indústria da construção civil.

A reciclagem desse resíduo apresenta as seguintes vantagens:

- Redução de volume de extração de matérias-primas;
- Conservação de matérias-primas não-renováveis;
- Correção dos problemas ambientais urbanos gerados pela deposição indiscriminada de resíduos de construção na malha urbana;
- Colocação no mercado de materiais de construção de custo mais baixo;
- Criação de novos postos de trabalho para mão-de-obra com baixa qualificação.

Na busca de soluções para a problemática de eliminação e do tratamento do RCC por meio da reciclagem, deve-se desenvolver algumas avaliações básicas.

Tabela 8.8 - Etapas de Avaliação Básica para gestão de RCC

ETAPAS
Verificação do volume de RCC gerado ou controle da administração municipal
Identificação das características principais (composição e proporção dos componentes)
Estabelecimento das áreas disponíveis para recolhimento de entulho e para suas aplicações
Inventário do potencial de industrialização de materiais e agregados e da comercialização do refugo (madeira, metais, papel e plástico)

Fonte: Consimares, 2021.

Por meio da avaliação básica é possível fazer um levantamento econômico do trabalho de reciclagem, dimensionando equipamentos e instalações necessárias à trituração e ao beneficiamento do material, como também permitir a avaliação de dois cenários: agregado reciclado como produto final e seu uso em artefatos fabricados *in loco*.

De modo geral, as aplicações mais adequadas para o resíduo reciclado são as seguintes:

- Material para base e sub-base de ruas, avenidas e estradas: produto gerado a partir de entulho que contenha materiais como concreto, blocos de concreto, cerâmica, tijolos cerâmicos e argamassa e materiais finos, como areia e argila. Resulta e uma mistura de granulometria abaixo de 76 mm, que, espalhada com motoniveladora e compactada com rolo, atinge CBR de até 92%, podendo fornecer resultados muito superiores aos da brita corrida comercial.
- Agregados para construção: o tipo de britador empregado permite selecionar o material reciclado, garantindo que as partículas maiores tenham resistência elevada, podendo ser utilizadas em cascalhamento, concreto e construção em geral.
- Blocos de concreto e material para argamassa: é possível utilizar os finos gerados na britagem, após peneiramento, para fabricação de blocos ou argamassa.

- Aterro poderá ser utilizado para aterro, depende da adequada granulometria do material constituinte da retirada de materiais como madeira, plástico, papéis, pneus, metais, vidros e matéria orgânica.

Alguns fatores devem ser considerados no processo de implantação de reciclagem de RCC em uma determinada região. A densidade populacional pode ser considerada o fator principal a ser estudado, pois é necessário uma alta densidade para ter a segurança de que serão supridas as matérias primas para a indústria de recicláveis. A escassez ou dificuldade de acesso a jazidas naturais e o grande nível de industrialização são fatores favoráveis à implementação de um programa de reciclagem de RCC .

De acordo com o Manual de Manejo e Gestão de Resíduos da Construção Civil (2004), existem quatro ações para a superação dos atuais problemas com os RCCs:

Ação 1 - Rede para gestão de Pequenos Volumes: São os chamados pontos de entrega voluntária (PEVs ou ecopontos), são áreas de características relativamente homogêneas, com dimensão tal que permita o deslocamento dos pequenos geradores de seu perímetro até o respectivo ponto de entrega voluntária, inibindo, assim, o despejo irregular dos resíduos, pela facilidade conferida à sua entrega num local para isso designado. Sempre que possível, esse ponto deve estar situado em lugares estratégicos a que irá servir, e, de preferência, onde já ocorra uma deposição irregular. Disciplinam-se, com isso, atividades que já ocorrem espontaneamente.

Ação 2 - Redes de área para manejo de grandes volumes: As diversas funções dessas instalações — triagem, reciclagem e aterro/ou usina — podem estar concentradas em um mesmo local, principalmente em municípios de menor porte. Apenas nos municípios com maior população e economia mais dinâmica é que são indicadas as áreas exclusivamente destinadas à triagem e reciclagem, capazes de receber e processar com eficiência os resíduos para elas encaminhados e situados nas proximidades das regiões da zona urbana em que ocorre sua geração com maior intensidade. Nesses casos, os aterros tendem a ser localizados em regiões mais periféricas da malha urbana. Existem duas formas de processamento: a automática e a semiautomática.

A forma totalmente automática consiste num equipamento robusto, de grande potência, capaz de receber e triturar o entulho de obras sem uma separação prévia das

ferragens que ficam retidas nos blocos de concreto. Posteriormente, o material triturado passa por um separador magnético que retira o material ferroso, deixando somente o material inerte triturado. O material ferroso vai para uma prensa e posterior comercialização dos fardos, enquanto o material inerte cai numa peneira giratória que efetua a segregação do material nas suas várias porções granulométricas.

No modo semiautomático, o mais utilizado no Brasil, o material a ser processado deve sofrer uma segregação prévia das ferragens, não sendo recomendável a trituração conjunta dos materiais. A central deve receber somente resíduos inertes, não existindo, portanto, a possibilidade deste material liberar poluentes. O alimentador do britador deve estar equipado com aspersores de água, visando minimizar a emissão de poeira, e revestimento de borracha, de forma a reduzir o nível de ruído, respeitando os limites estabelecidos pelos órgãos de controle ambiental.

A área de reciclagem de RCC abriga os processos de trituração e peneiração dos resíduos de concreto, alvenaria, argamassas e outros, para produção dos agregados reciclados. A reciclagem da madeira presente nos resíduos de construção também envolve o trabalho de trituração, com o emprego de equipamentos mecânicos específicos, para a produção de "cavacos"; ou envolve seu corte simples, com ferramentas manuais, de modo que possam ser utilizados em processos diversos, como a geração de energia. A recuperação de solos sujos é um processo relativamente simples, de peneiração, para remoção de galharia, lixo e entulhos de seu interior.

Os produtos fabricados em uma usina de reciclagem são: briquetes para calçada; sub-base e base de rodovias; blocos para muros e alvenaria de casas populares; agregado miúdo para revestimento; agregados para a construção de meios-fios, bocas-de-lobo, sarjetas.

Ação 3 - Programa de Informação Ambiental: Um programa que seja capaz de mobilizar os diversos agentes sociais envolvidos na geração ou no transporte de resíduos, para que assumam efetivamente suas responsabilidades e se comprometam com a manutenção e melhoria permanente da qualidade ambiental da cidade em que vivem e exercem sua atividade econômica. O programa deve ter ações voltadas à redução da geração desses resíduos, à difusão do potencial de sua reutilização e reciclagem e à ampla divulgação sobre a localização das áreas destinadas a seu descarte correto.

Ação 4 - Programa de Fiscalização: Essa fiscalização, num primeiro momento, deve permitir a migração ordenada da atual situação para o novo sistema de gestão e, num segundo momento, garantir o pleno funcionamento do conjunto das ações. É necessário evitar, de um lado, ações que venham a degradar o meio ambiente e, de outro, a ação dos agentes que tenham caráter predatório.

Bioestabilização de matéria orgânica

Dentre as tecnologias e alternativas para o tratamento biológico, o processo aeróbico é o mais amplamente utilizado e o mais econômico. Este processo envolve separação da fração orgânica biodegradável do restante dos resíduos coletados para a bioestabilização aeróbia (compostagem) e, opcionalmente, pode recuperar materiais recicláveis, tais como papel, plástico, vidro, metal, entre outros e/ou combustível derivados principalmente de papel e plástico, mas também de outros materiais combustíveis, como madeira, têxteis e borracha para a incineração. Em ambos os casos, a matéria biodegradável é separada dos rejeitos antes de ser enviada para as unidades de estabilização. Posteriormente, é misturada em proporções adequadas com resíduos verdes provenientes de madeira e/ou resíduos de poda e varrição e, opcionalmente, com lodo do tratamento de esgoto.

Neste processo, os produtos orgânicos se decompõem por um período de 4-7 semanas sob condições controladas, que incluem teor de umidade e temperatura. O produto ainda não maturado pode ser utilizado diretamente nos solos ou como material de cobertura de aterros. Caso contrário, ele pode ser aperfeiçoado através de triagem e armazenados por várias semanas em agitação mecânica em leiras abertas para bioestabilização e maturação.

Entre as alternativas de tratamento biológico da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos encontra-se a digestão anaeróbia para resíduos sólidos e lodos. Porém esta alternativa necessita da presença de água e diversos estudos foram realizados e comprovaram que a utilização de lodo proveniente do tratamento de esgoto pode ser misturada com resíduo sólido orgânico a ser tratado para melhorar o processo de bioestabilização com a diminuição no tempo necessário para o tratamento (BAERE *et al.*, 1984; BRUMMELER *et al.*, 1986). Estes estudos, realizados principalmente nos anos 80, demonstram que as proporções de lodo e lixo orgânico são adequadas entre 5 e 20% de lodo no lixo orgânico e promovem valores de fator

de conversão de matéria orgânica em biogás entre 40 e 50%, o que é bastante relevante quando a preocupação é a reintrodução energética. Com relação ao lixiviado produzido durante o processo anaeróbio, uma alternativa seria a recirculação de parte deste ao sistema de tratamento visando a aceleração do processo de biodigestão no reator e o tratamento biológico da parte restante por meio de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), visto que os métodos biológicos têm promovido boa eficiência para o tratamento do lixiviado proveniente dos aterros sanitários.

A última opção é baseada na desidratação e processamento de resíduos sólidos domésticos (RDO) – mais conhecido pelo termo em inglês, *Refuse-derived fuel* (RDF) – que nada mais é do que a conversão da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos em combustível sólido. Após a trituração a umidade é reduzida para valores inferiores a 15%. A energia necessária para a secagem pode ser gerada tanto pelo calor excedente do tratamento térmico e/ou gerado pela decomposição aeróbia exotérmica de compostos orgânicos biodegradáveis. O fator importante aqui é que a matéria orgânica não está bioestabilizada e sim desidratada entre 5 e 14 dias.

Recuperação de Energia

A queima, que frequentemente é associada à recuperação de energia como componente importante na gestão dos resíduos sólidos, é uma entre outras alternativas para a gestão de resíduos. Porém, é a única capaz de conseguir a maior redução do seu volume, da ordem de 70-90% (COIMBRA LUZ, 1997). Pode ainda, ser usada em conjunto com as outras alternativas na busca de alcançar valores os mais próximos possíveis do conceito “Lixo Zero”.

A grande questão sobre a incineração durante muito tempo foi a preocupação relacionada com a poluição atmosférica, mas com a promulgação de normas sobre emissões e a obrigatoriedade da utilização de sistemas modernos de controle e depuração dos gases, o foco passou a ser os resíduos resultantes (escórias e cinzas). Isto devesse ao fato de que estas mudanças alteraram a quantidade e a natureza dos resíduos de incineração que são produzidos durante a queima e limpeza dos gases. Consequentemente, a atenção começou a incidir na gestão dos resíduos resultantes, não apenas no modo de minimizar o impacto potencial resultante da lixiviação de sais solúveis e potenciais contaminantes para o solo e

aquíferos, mas também dirigida ao tratamento, utilização e disposição final ambientalmente adequada destes resíduos.

Outro aspecto importante é entender que a incineração não é um tratamento final de resíduos e sim um estágio ou processo dentro da gestão de resíduos. Isto ocorre em função de ocorrer ainda rejeitos após a queima dos resíduos que devem ser submetidos a tratamento e disposição final ambientalmente adequada.

Os equipamentos disponíveis no mercado mundial vão desde pequenas instalações alimentadas manualmente até instalações de grande porte equipadas com recuperadores de calor, permitindo assim a valorização energética do resíduo por meio da recuperação energética e reintrodução no sistema produtivo (interligação ao Grid da Concessionária local).

Tipos de equipamentos para tratamento térmico

Os tipos de equipamentos listados abaixo foram divididos em três categorias que melhor atenderam à demanda do Consimares. Estas categorias são:

- Pequena escala: de 5 a 100 t/dia de resíduos.
- Média escala: de 200 a 450 t/dia de resíduos.
- Grande escala: 150 a 750 t/dia de resíduos.

Equipamentos modulares

Estes equipamentos são considerados unidades de pequena capacidade e, em geral, destinadas ao tratamento de 5 a 100 t/dia de resíduos. O processo de queima ocorre em uma câmara primária, onde permite – por meio de uma atmosfera redutora - obter menor densidade de partículas no caudal do gás. Desta forma, o efluente gasoso passa para uma segunda câmara de combustão onde é queimado em atmosfera oxidante – cerca de 980 °C, por introdução de combustível auxiliar. Este tipo de equipamento permite a reintrodução no sistema produtivo da energia gerada com o efluente gasoso após a sua saída da câmara secundária.

O efluente passa para a caldeira de recuperação de energia, onde a temperatura é reduzida para cerca de 230 °C previamente a entrar no sistema de depuração gasosa. Uma

importante característica é o fato destas unidades geralmente envolverem menor investimento para implantação e operação. Porém, elas produzem menos energia por tonelada de resíduo, ou seja, sua eficiência térmica é menor que unidades maiores (COIMBRA LUZ, 1997; HOSKINSON GROUP, 2010).

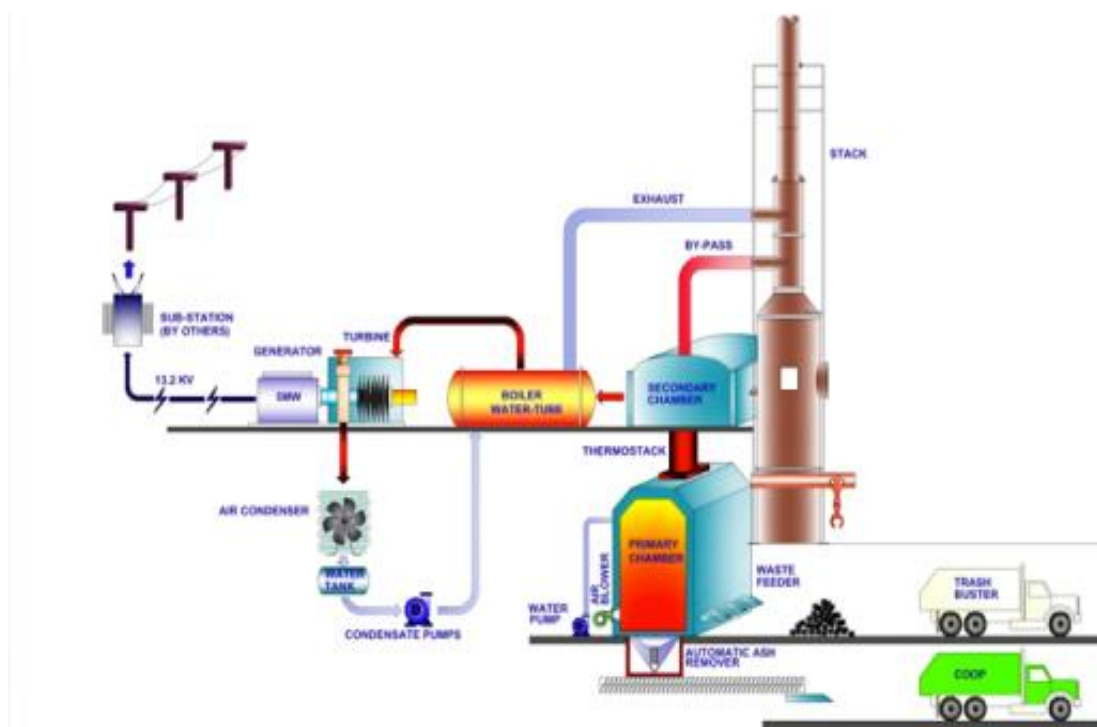


Figura 8.8 – Processo esquemático de equipamento modular com recuperação energética

Fonte: Fluxus, 2010.

Equipamentos rotativos

Estas unidades geralmente são utilizadas para a queima de resíduos de serviços de saúde e permitem a queima de 200 a 450 ton/dia de resíduos. O equipamento utiliza um tambor rotativo inclinado para aumentar a eficiência da combustão e facilitar a movimentação do material. Para o resfriamento da parede é utilizado a circulação de água. A câmara de combustão é alimentada pelo topo e os materiais são destruídos durante o trajeto do tambor até alcançarem a outra extremidade. A razão entre comprimento e diâmetro varia entre 2:1 a 10:1 conforme a dimensão da instalação e a rotação do forno varia entre 10 a 20 rotações por hora. Durante o processo de queima é insuflado ar pré-aquecido em zonas longitudinais e transversais para garantir o controle eficiente da combustão (COIMBRA LUZ, 1997; FORTUNE TREE ENVIRONMENTAL PROTECTION, 2010).

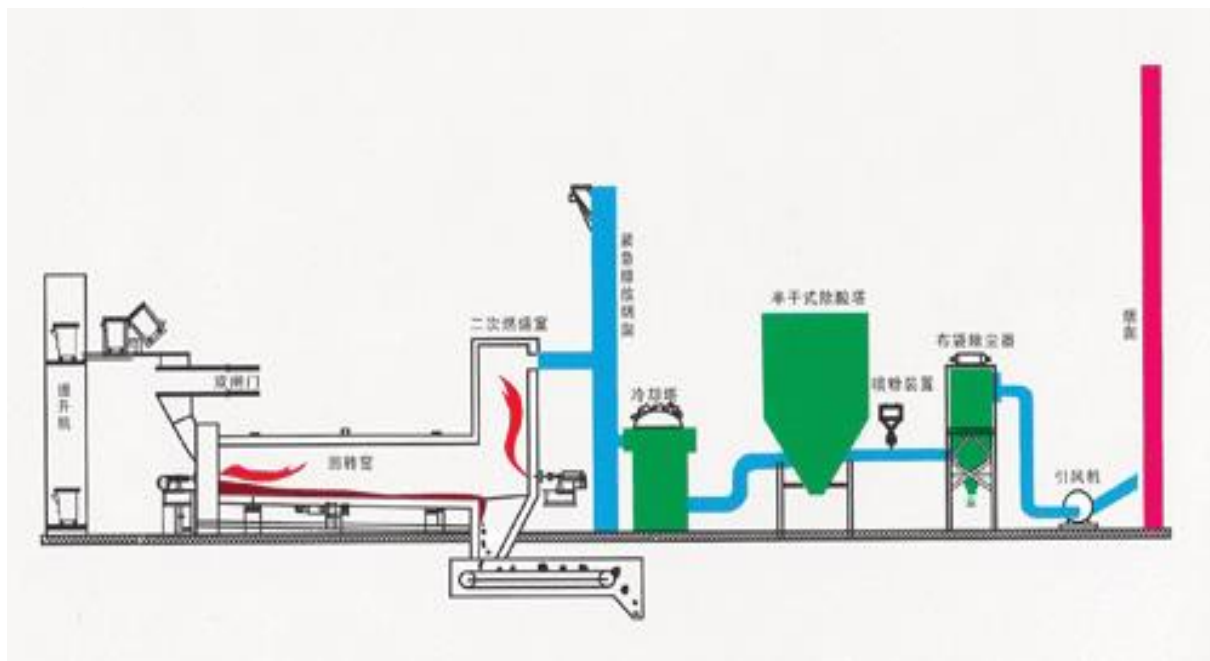


Figura 8.9 – Processo esquemático do equipamento modular sem recuperação energética

Fonte: Fluxus, 2010.

Equipamento de grelha móvel

Estes equipamentos permitem a queima de 150 a 750 ton/dia. Os resíduos são geralmente descarregados por gravidade para a fossa de recepção, onde ocorre a mistura dos rejeitos. A câmara de combustão é formada por grelhas inclinadas que são carregadas pela parte superior. As grelhas são compostas por degraus alternadamente estacionários e móveis que são alimentadas com oxigênio por meio da insuflação de ar em múltiplos pontos, por meio de pontos espalhados pela grelha, que em diferentes estágios permite a secagem, desgaseificação, ignição e a combustão do material combustível. Ao mesmo tempo ocorre a introdução de ar por cima das grelhas, para permitir a mistura com os gases e aumentar a eficiência da combustão (COIMBRA LUZ, 1997; BIC GROUP, 2010).

A estrutura básica linear de uma planta de queima de resíduos pode incluir as seguintes operações:

- Entrada ou recepção de resíduos;
- Armazenamento de resíduos;
- Pré-tratamento de resíduos, que pode ocorrer no local ou fora dele;
- Câmara de tratamento térmico dos resíduos;

- Recuperação de energia, por exemplo caldeiras;
- Limpeza de gases gerados pela combustão;
- Monitoramento e controle de emissões; e
- Tratamento das cinzas, escórias e efluentes.

Cada uma dessas fases são geralmente adaptadas em termos da necessidade específica de cada tipo ou tipos de resíduos que são tratados pelas instalações, a quais podem funcionar 24h/dia e quase 365 dias/ano. Desta forma, os sistemas e programas de controle e manutenção desempenham um papel importante na garantia da disponibilidade da planta.

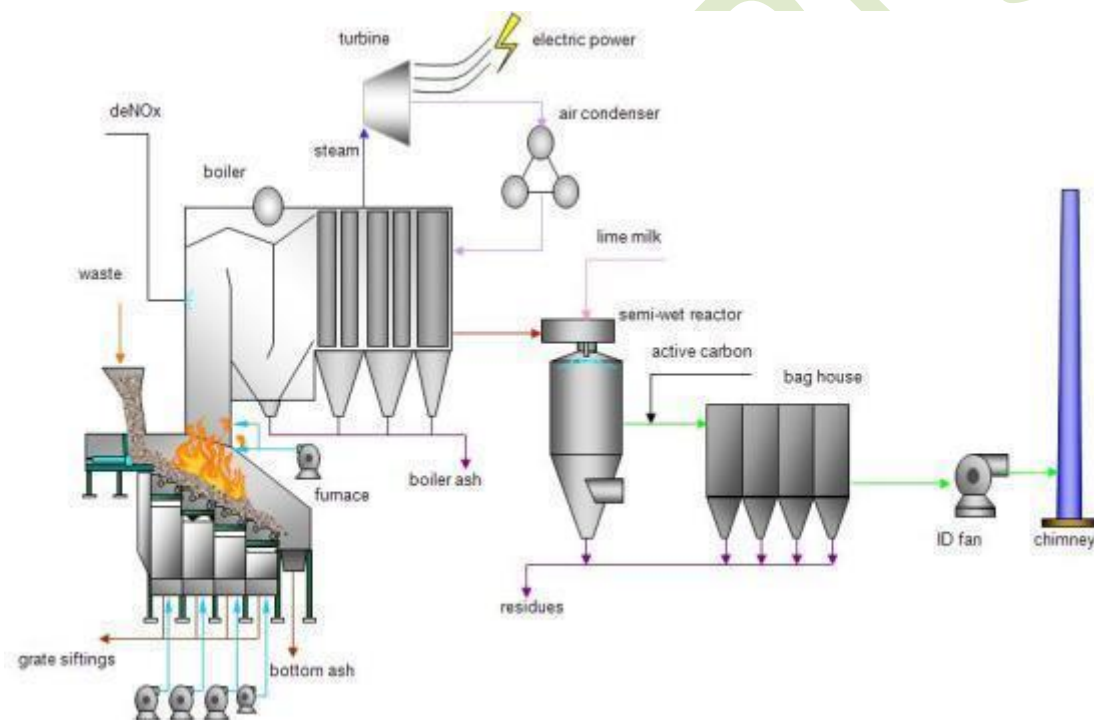


Figura 8.10: Processo esquemático de equipamento de grelha móvel com recuperação de energia

Fonte: Fluxus, 2010.

No equipamento descrito na figura acima, os resíduos são queimados sobre uma grelha e progressivamente descem para a região inferior, onde chegam em forma de escórias que são resfriadas pela ação do caudal de ar que alimenta a câmara de combustão. O revolvimento que ocorre durante a movimentação do material da parte superior para a inferior permite uma combustão mais eficiente com um menor consumo de oxigênio e menor produção de gases.

Estas unidades geralmente necessitam um alto investimento para implantação e operação e relatórios europeus indicam esta opção para situações onde o volume mínimo destinado para a incineração seja de 100.000 t/ano (BIC GROUP, 2010). Este valor corresponde a cerca de 300 t/dia de material combustível como base mínima para viabilizar financeiramente a implantação do empreendimento – em padrões europeus.

8.4.2. Descrição das alternativas tecnológicas

Atualmente o crescimento da geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) tem provocado uma preocupação pública quanto ao impacto para o meio ambiente e à saúde pública, que fizeram com que tanto a população quanto o setor público se tornassem sensíveis em relação às tomadas de decisões na questão de resíduos sólidos urbanos.

Em busca da modernização dos sistemas de gestão de resíduos, serão consideradas as tecnologias *Waste-to-Energy* (WtE) para o presente trabalho. Estas tecnologias são uma alternativa para a destinação de resíduos onde poderão ser solucionadas outras questões como a falta de espaço para aterros, carência na geração de energia e a emissão de gases de efeito estufa por meio da disposição final inadequada de resíduos.

Também deve-se considerar que a Economia Circular atualmente vem substituir a economia linear por um modelo onde os recursos circulam, evitando a demanda de novos recursos primários e diminuindo as emissões atmosféricas e os resíduos poluentes, somando-se às alternativas tecnológicas para tratamento de resíduos. Um fator que favorece a economia circular é a alta dos preços dos materiais recicláveis e as políticas públicas ambientais que visam criar responsabilidade ao produtor e também a sensibilização do consumidor.

O princípio da economia circular está demonstrada na Figura 8.11, tal como desenvolvido pela Fundação Ellen MacArthur. A economia linear passa pelo centro, enquanto os círculos internos representam as ações que podem ser tomadas para tornar os fluxos de materiais biológicos e tecnológicos mais circulares.

A PNRS traz no seu Art. 9º um conceito de economia circular quando diz que:

Art. 9º Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

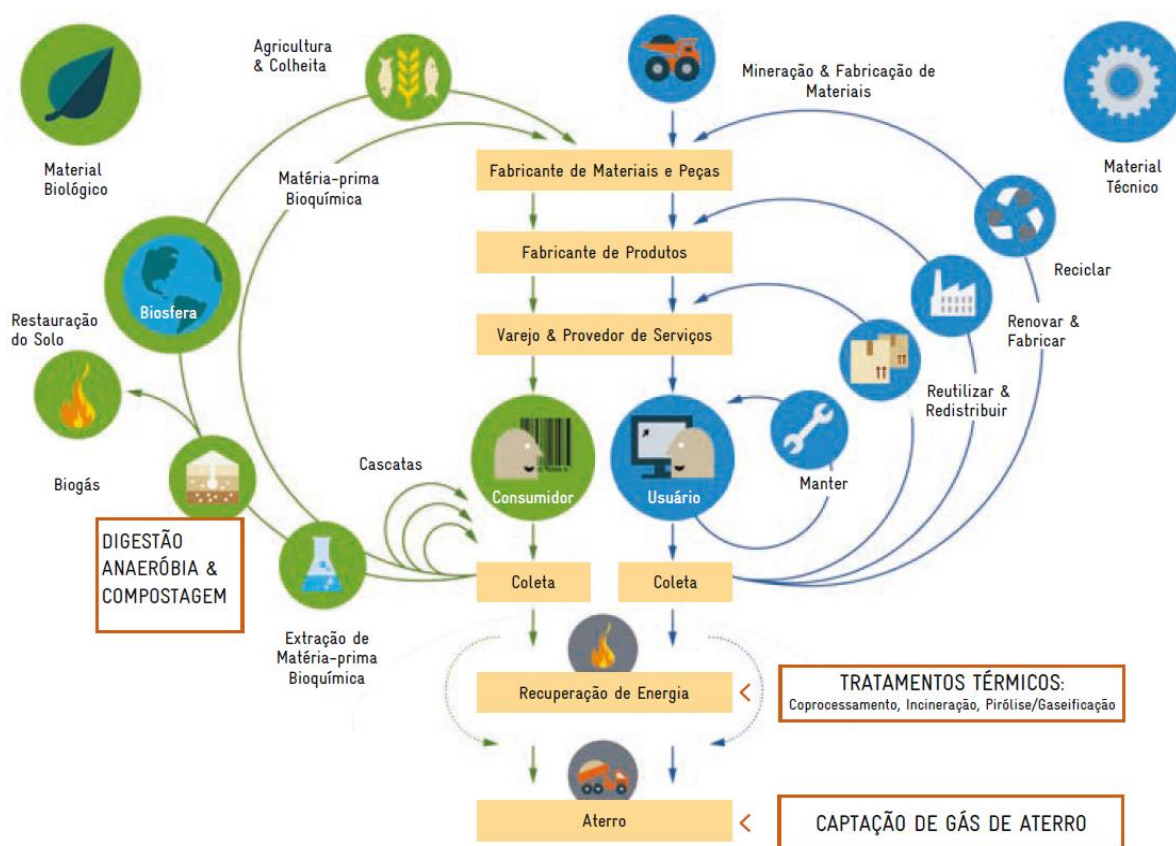


Figura 8.11 – O princípio da Economia Circular

Fonte: GIZ, 2017.

As tecnologias de tratamentos térmicos têm diferentes papéis na economia circular, como mostrado na Figura 8.11. A reciclagem nos Municípios do Consimares são de baixo índice, e este cenário terá que ser alterado para atingir as metas do PLANARES e mesmo que isso ocorra, sempre haverá a presença de rejeito sem valor comercial, vez que ainda no Brasil os preços dos matérias passíveis de reciclagem são voláteis, sem contar os materiais que não possuem valor comercial. Todos estes resíduos que se caracterizam como rejeito com algum poder calorífico poderão ser utilizados para recuperar energia e substituir o uso de combustíveis fósseis.

Opções de tecnologia *waste-to-energy*

No PIGIRS serão trabalhadas 5 alternativas de tecnologias, na qual o Consórcio e/ou os Municípios poderão optar para sua implantação de acordo com suas demandas, considerando, por exemplo, os tipos de resíduos e as questões operacionais, ambientais, jurídicas e financeiras aplicáveis.

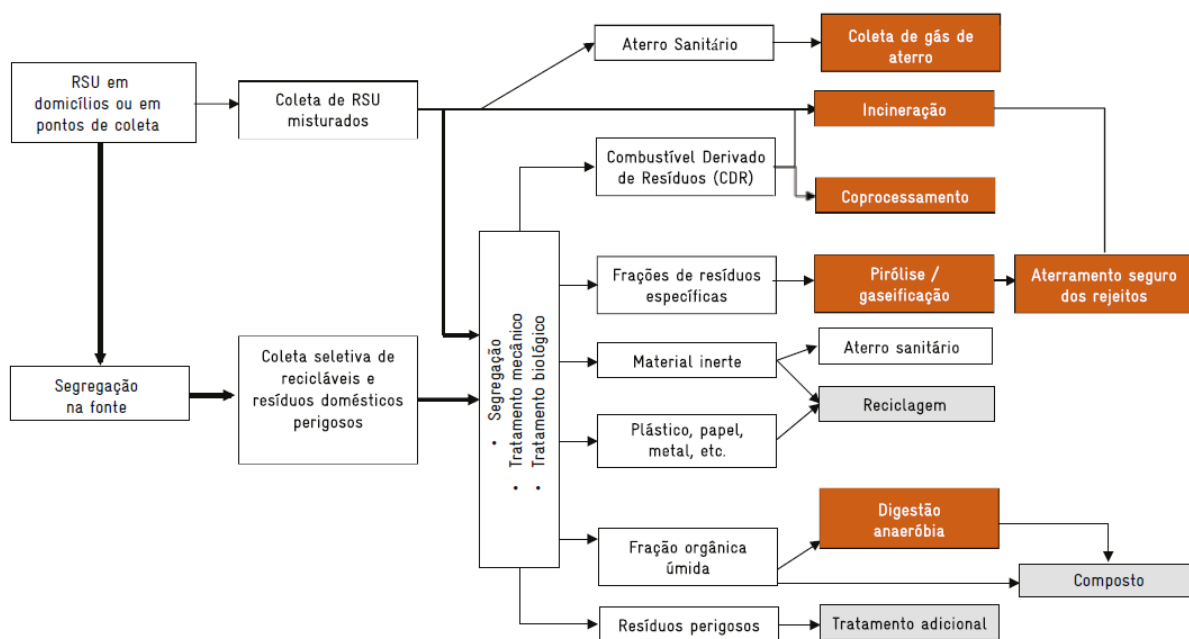


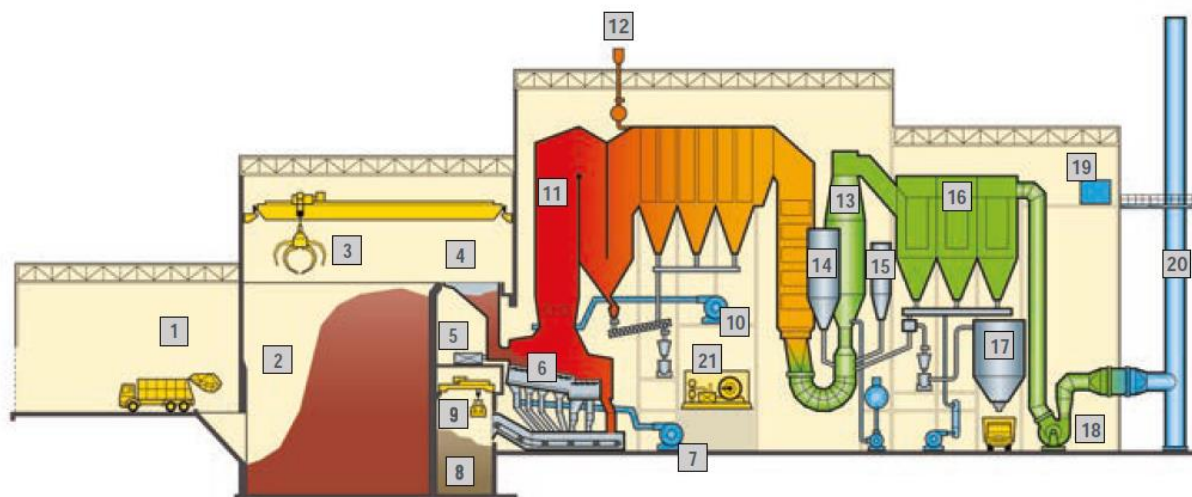
Figura 8.12 – Fluxo de RSU e suas diferentes opções de utilização de tratamento

Fonte: GIZ, 2017.

Frise-se que a coleta seletiva de fluxos de resíduos torna mais viável a aplicação de diversos tipos de tratamento.

I. Incineração de Resíduos Sólidos Urbanos

A incineração de resíduos sólidos urbanos, nada mais é que a queima dos resíduos em processo controlado no interior de instalações construídas especificamente para tal operação. A função principal deste tratamento é reduzir o volume e massa onde transformam os resíduos inertes quimicamente. É um processo de combustão onde não há necessidade de um outro combustível. Sempre deve ocorrer os tratamentos das cinzas em suspensão por um completo tratamento de gás, e as cinzas e escórias devem ser tratadas para depois serem destinadas corretamente.



ENTRGA DE RESÍDUOS	INCINERAÇÃO	TRATAMENTO DO GÁS	RECUPERAÇÃO DE ENERGIA
1 Área de tombamento	5 Alimentador	13 Reator de gás	21 Turbina de vapor / gerador
2 Silo de resíduos	6 Grelha de incineração	14 Cal hidratada	
3 Guindaste de resíduos	7 Ventilador primário	15 Carvão ativado	
4 Rampa de alimentação	8 Silo de cinza de fundo	16 Filtro de saco	
	9 Grua de cinza de fundo	17 Silo de cinza de suspensão	
	10 Ventilador secundário	18 Ventilador ID	
	11 Caldeira de vapor	19 Sistema de Monitoramento de Emissões (CEMS)	
	12 Válvula de segurança	20 Chaminé	

Figura 8.13 - Componentes de uma planta de incineração de resíduos sólidos urbanos com sistema de tratamento do gás de combustão

Fonte: GIZ, 2017.

II. Coprocessamento

O coprocessamento é a utilização de materiais derivados de resíduos para substituir combustíveis (carvão, óleo, gás). Este processo é comumente aplicado na indústria de cimento, porém a quantidade de RSU utilizada nesta tecnologia ainda é baixa em comparação com outros tipos de resíduos, como o pneus inservíveis, solo contaminado, resíduos industriais perigosos e os resíduos de biomassa.

Esta tecnologia requer um fluxo de resíduos relativamente homogêneos, onde se tenha uma característica bem definida para se obter uma combustão assegurada. Atualmente existem diversos processos de pré-tratamento para transformar os resíduos em combustível derivado de resíduos (CDR).

A Resolução SIMA nº 47/2020 “estabelece diretrizes e condições para o licenciamento de unidades de preparo de Combustível Derivado de Resíduos Sólidos – CDR e da atividade de recuperação de energia proveniente do uso de CDR”, onde autoriza o uso CDR em outras atividades, além de fornos de clínquer, desde que sejam atendidos os padrões estabelecidos na resolução.

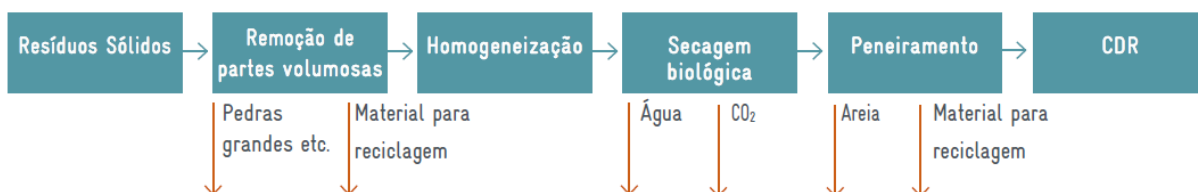


Figura 8.14 - Fluxograma genérico de TMB para geração de CDR

Fonte: GIZ, 2017.

De acordo com Fricke *et al.* (2007, p. 5):

O tratamento mecânico-biológico (TMB) ganhou importância considerável a partir do final da década de 1990, na Europa – sobretudo na Alemanha, onde essa categoria responde por cerca de 25,0% do total de resíduos tratados –, devido ao apoio governamental e a inovações de processo. O objetivo principal das diversas técnicas de TMB, que englobam as etapas de tratamento mecânico, físico e biológico, consiste na separação e pré-tratamento dos diferentes componentes dos resíduos e posterior aproveitamento – que pode ser energético ou como insumo industrial –, tratamento e disposição.

Fricke *et al.* (2007, p. 80-81) ainda citam alguns objetivos secundários, igualmente relevantes por estarem associados ao aproveitamento de materiais recicláveis, tais como:

- a) Separação de materiais recicláveis, em metais ferrosos e não ferrosos;
- b) Separação e preparação para o aproveitamento energético ou para o beneficiamento da matéria-prima (Exemplo: utilização de RCC como material de construção); e

- c) Tratamento biológico como pré-tratamento para posterior aproveitamento, tratamento ou disposição (Exemplo: tratamento de chorume para utilização como biofertilizante).

Vale ressaltar que o TMB se constitui numa composição entre os tratamentos mecânicos e biológicos tanto aeróbicos quanto anaeróbicos, na qual é realizada em uma primeira etapa a separação física de materiais indesejáveis ou que podem ser reciclados, tais como plásticos, papelão, alumínio entre outros e ainda o preparo da massa para o tratamento biológico. Essa etapa também inclui a pesagem, classificação, armazenamento intermediário e homogeneização dos resíduos. Na fase biológica esta pode ser para prover simples estabilização da fração orgânica, reduzindo massa e teor contaminante, até empregos mais refinados para produção de energia, geração de composto e secagem visando a produção de combustível derivado de resíduos (CDR). Logo em seguida, tem-se ainda uma segunda fase de tratamento mecânico, esta opcional, para condicionamento das frações processadas, na forma de peneiramento, trituração e separadores inteligentes.

III. Digestão Anaeróbia para Produção de Biogás

Quando ocorre a degradação de matéria orgânica por microrganismos sem a presença de oxigênio livre, denomina-se Digestão Anaeróbia (DA). Esse tipo de processo pode ser utilizado para a produção de biogás. Para isso faz-se necessário o uso de um reator estanque chamado de biodigestor anaeróbio. O Biodigestor oferece condições necessárias para que os microrganismos transformem a matéria orgânica (matéria-prima), em biogás e em material digerido.

Este material digerido pode ser utilizado como fertilizante orgânico quando a matéria-prima for segregada na fonte e não contiver resíduos orgânicos contaminados. O biogás é uma mistura de diversos gases que podem ser convertidos em energia térmica ou elétrica.

A DA em biodigestores de pequeno porte são comumente utilizados em áreas rurais por conta da utilização dos resíduos orgânicos, pois a matéria-prima principal vem da agricultura, sendo mais especificamente utilizado o estrume animal, que é de fácil manuseio e bem adaptável em pequena escala.

O uso de DA para o tratamento de resíduos produzidos por cidades, isto é, o RSU vem sendo estudado como possível opção para recuperação de energia de resíduos no contexto urbano, porém, a operação segura de plantas de biogás a partir de RSU heterogêneo é um grande desafio em termos dos requisitos operacionais, de segurança e financeiros. Um dos principais desafios para a operação de DA em larga escala é assegurar o fornecimento regular da fração orgânica de resíduos bem segregados. Normalmente os resíduos orgânicos são misturados com matéria inorgânica como plásticos, metais e outros contaminantes que tendem a prejudicar o funcionamento da DA em larga escala.

A classificação da Digestão Anaeróbia pode ser definida por:

- » Tipo de alimentação: em batelada ou contínua;
- » Faixa de temperatura: Condições psicrófilas, ($< 25^{\circ}\text{C}$), mesófilas ($35\text{-}48^{\circ}\text{C}$) e termófilas ($>50^{\circ}\text{C}$). As duas últimas são consideradas economicamente viáveis. As condições termófilas são recomendadas quando há risco de patógenos. Alternativamente, a pasteurização a 70°C por uma hora ou a compostagem termofílica podem ser usadas para neutralizar patógenos em sistemas mesofílicos;
- » Tipo de biodigestor: Biodigestores de fluxo contínuo (comuns para matéria-prima líquida - resíduos alimentares ou águas residuais, ou lodo industrial de processamento de alimentos); biodigestores de batelada ou de fluxo não contínuo (para matéria-prima sólida, porém esse tipo de matéria-prima pode ser diluída para ser usada em biodigestores de fluxo contínuo);
- » Número de estágios: pode ser de um a múltiplos estágios.

A Figura 8.15 apresenta o processo de produção do biogás por meio da digestão anaeróbia de resíduos orgânicos e estrumes. O biogás gerado pode ser utilizado para cogeração de energia.

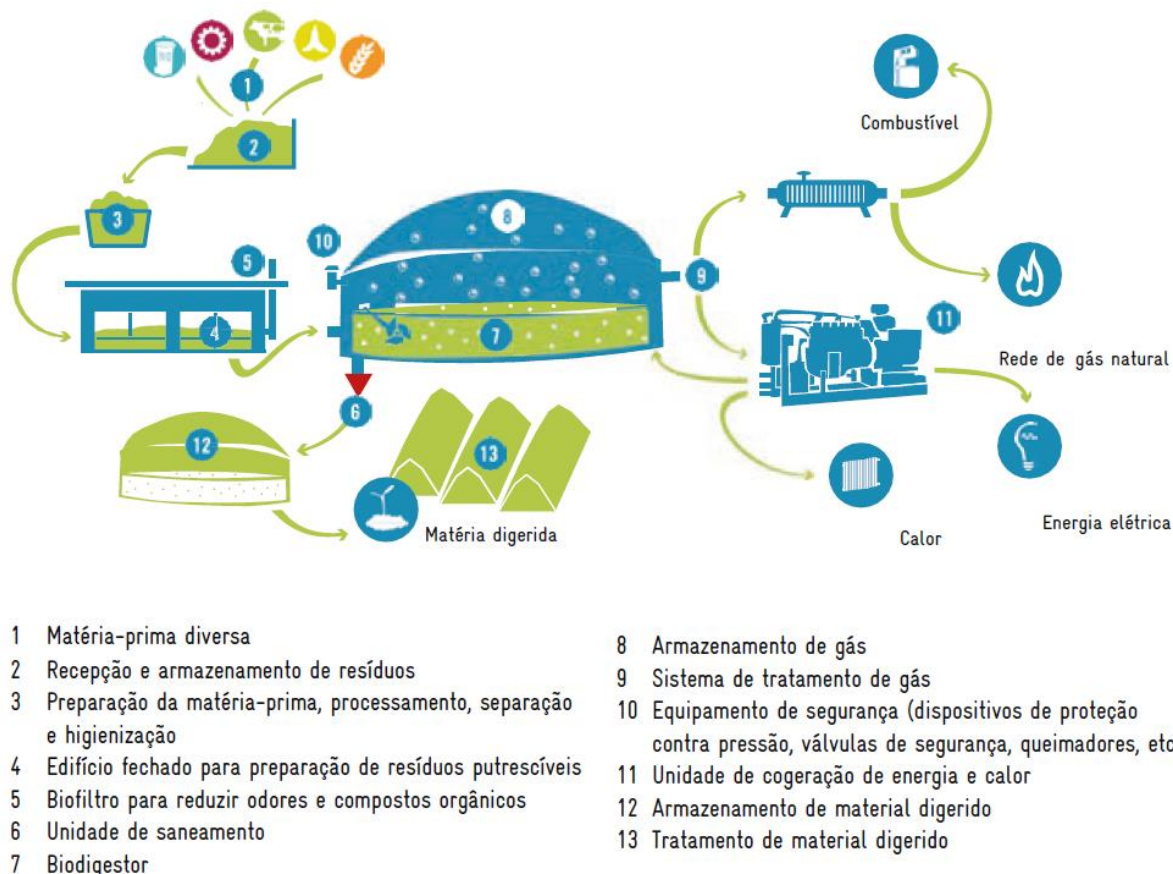


Figura 8.15 - Componentes e aplicação final de um biodigestor anaeróbio

Fonte: GIZ, 2017.

IV. Captação de Gás de Aterro

A captação de gás de aterro (GA) representa um tipo de tecnologia *WtE* que ajuda mitigar parcialmente o impacto ambiental negativo dos aterros sanitários (AS).

O uso de Aterros Sanitários é, na maioria das vezes, a única opção para tratar e dispor adequadamente os resíduos coletados. Porém, os aterros sanitários têm impacto ambiental de longo prazo com a emissão atmosférica de gás metano, que tem alto potencial de aquecimento global. Para reduzir as emissões dos gases de efeito estufa, é essencial captar o gás metano.

O GA é composto por 45 - 55% de gás metano, sendo apropriado para uso como combustível para geração de calor ou energia, cogeração de calor e energia ou combustível veicular. O restante de sua composição é basicamente o CO².

Várias tecnologias para captação de GA estão disponíveis e podem ser acrescentadas aos aterros sanitários em operação ou fechados. Todas essas tecnologias visam captar GA a partir dos resíduos, buscando evitar a penetração de água e ar no sistema. Para que ocorra a captação do gás, tubos perfurados são instalados junto a massa de resíduos, então, o gás

entra na tubulação e segue para um sistema de purificação para retirada do gás sulfídrico. Após a purificação, o gás pode ser utilizado, conforme demonstrado no esquema que segue:

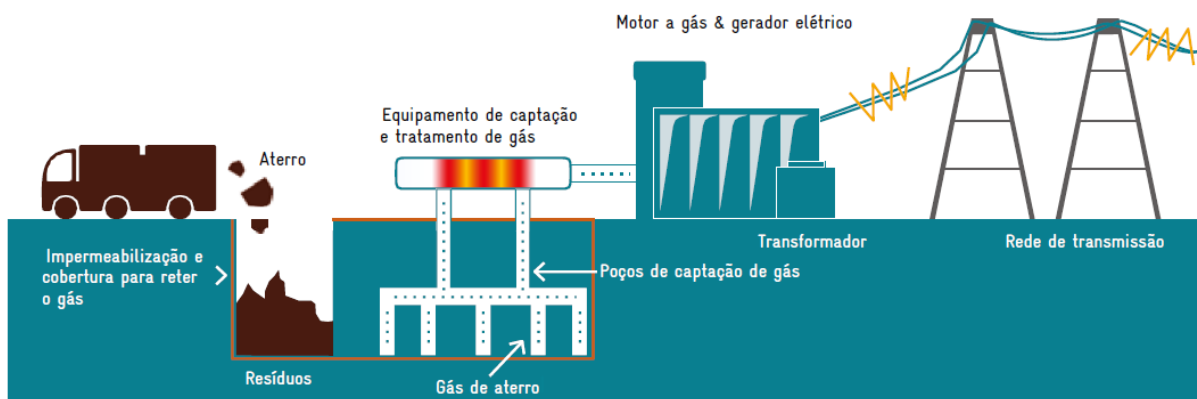


Figura 8.16 - Componentes de um sistema de captação de gás de aterro com produção de energia elétrica

Fonte: GIZ, 2017.

V. Pirólise e Gaseificação

Para o tratamento térmico de resíduos, a Gaseificação e Pirólise, e mais tarde a Pirólise a Plasma, foram apontadas como sendo uma tecnologia não poluente. Porém, atualmente, não encontra-se plantas com esse tipo de tratamento de RSU em operação em larga escala na Europa, África ou na América Latina, e as poucas plantas na Ásia (principalmente no Japão) e nos EUA operam como parte integrante de outros sistemas complexos de GRSU.

Por tratar-se de uma tecnologia que requer requisitos operacionais específicos e a necessidade de uma fração de resíduos muito específica, apresenta um alto custo de investimento, o que torna essa tecnologia difícil de ser aplicada em escala. Dessa forma, para a utilização dessas tecnologias alternativas, estudos muito apurados deverão ser realizados, uma vez que, como pode ser observado, no momento não há indícios de seu uso em escala para que seja capaz de atender por completo a demanda de um município.

Por meio deste tratamento, o objetivo dessas tecnologias, é tratar resíduos para reduzir o volume e os riscos, captando e concentrando ou destruindo substâncias potencialmente perigosas. O processo também oferece meios para recuperar energia ou conteúdo mineral e/ou químico dos resíduos na forma de produtos reciclados como o gás de síntese, óleo, carvão ou coque, conforme apresentado na figura:

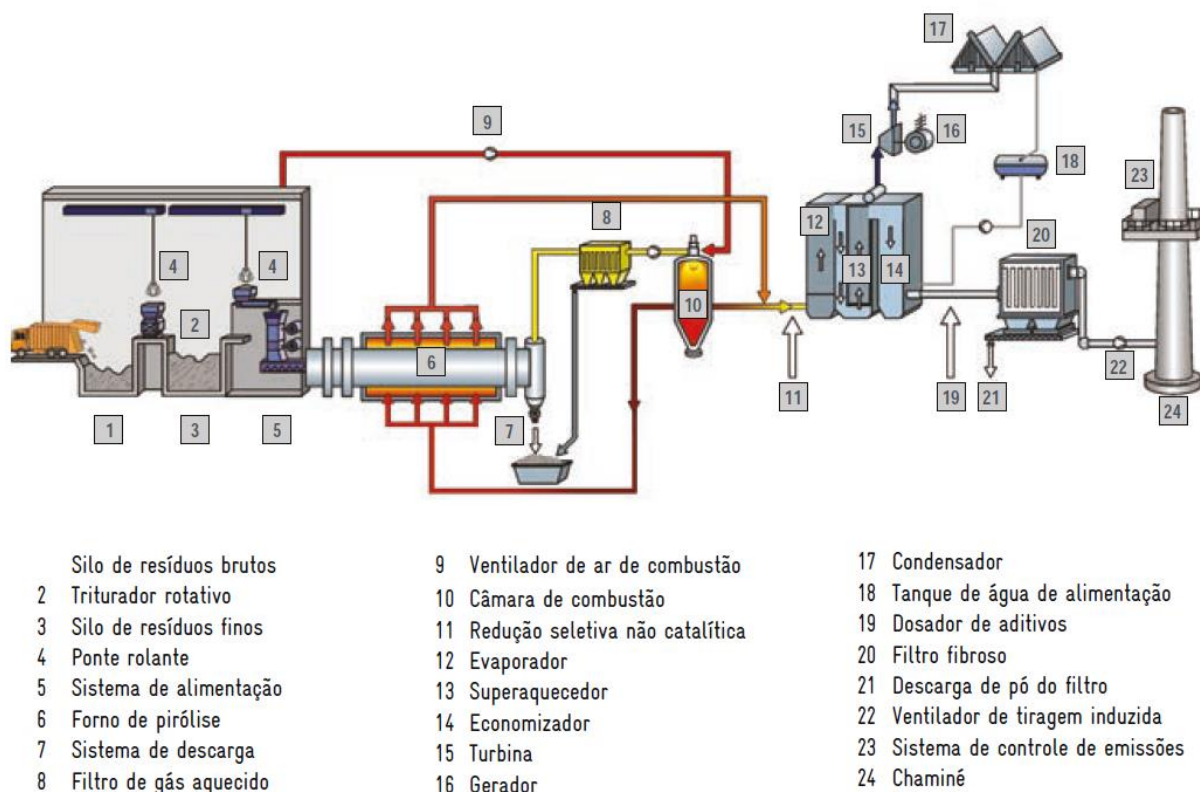


Figura 8.17 - Componentes de uma planta de pirólise para tratamento de resíduos sólidos específicos

Fonte: GIZ, 2017.

8.4.3. Projeções Consimares de geração de RSU

A Tabela 8.9 e a Figura 8.18 a seguir demonstram as projeções do Consimares de crescimento da produção de resíduos per capita em 30 anos (até 2050, onde prevê uma geração de 0,7645 kg/hab.dia, com um crescimento de 0,20% ao ano e de 0,6889 kg/hab.dia aplicando-se a meta PLANARES com crescimento de 0,20% ao ano), com destaque para os períodos de 5, 10 e 20 anos, que foram considerados para efeitos de planejamento.

A redução da quantidade de geração de resíduos aplicando-se a meta PLANARES se dá por conta do desvio de massa com o emprego da reciclagem nos municípios, aplicando as metas já explanadas no capítulo 5, também do PLANARES.

Tabela 8.9 – Projeções de crescimento da produção per capita diária de resíduos

Ano	Taxa crescimento população (%)	População (hab.)	Cenário 1: Evolução da produção per capita (kg/hab.dia) de 0,00% a.a.	Cenário 2: Evolução da produção per capita de 0,20% a.a. (kg/hab.dia)	Cenário considerando PLANARES e crescimento de 0,0% a.a. (kg/hab.dia)	Cenário considerando PLANARES e crescimento de 0,20% a. a. (kg/hab.dia)
2020		910.885	0,72	0,7200	0,6661	0,6661
2021	0,78%	917.990	0,72	0,7214	0,6677	0,6690
2022	0,75%	924.875	0,72	0,7229	0,6691	0,6717
2023	0,71%	931.441	0,72	0,7243	0,6701	0,6741
2024	0,68%	937.775	0,72	0,7258	0,6710	0,6763
2025*	0,65%	943.871	0,72	0,7272	0,6716	0,6782
2026	0,62%	949.723	0,72	0,7287	0,6720	0,6799
2027	0,59%	955.326	0,72	0,7301	0,6721	0,6814
2028	0,56%	960.676	0,72	0,7316	0,6721	0,6827
2029	0,52%	965.671	0,72	0,7331	0,6717	0,6837
2030	0,49%	970.403	0,72	0,7345	0,6712	0,6844
2031	0,46%	974.867	0,72	0,7360	0,6704	0,6850
2032	0,44%	979.157	0,72	0,7375	0,6695	0,6854
2033	0,41%	983.171	0,72	0,7389	0,6684	0,6856
2034	0,38%	986.907	0,72	0,7404	0,6670	0,6855
2035	0,35%	990.361	0,72	0,7419	0,6654	0,6852
2036	0,32%	993.530	0,72	0,7434	0,6637	0,6848
2037	0,30%	996.511	0,72	0,7449	0,6617	0,6841
2038	0,27%	999.202	0,72	0,7464	0,6596	0,6832
2039	0,24%	1.001.600	0,72	0,7479	0,6573	0,6821
2040	0,22%	1.003.803	0,72	0,7494	0,6548	0,6809
2041	0,19%	1.005.710	0,72	0,7509	0,6560	0,6835
2042	0,16%	1.007.320	0,72	0,7524	0,6570	0,6859
2043	0,14%	1.008.730	0,72	0,7539	0,6579	0,6882
2044	0,11%	1.009.839	0,72	0,7554	0,6586	0,6903
2045	0,09%	1.010.748	0,72	0,7569	0,6480	0,6810
2046	0,06%	1.011.355	0,72	0,7584	0,6484	0,6828
2047	0,04%	1.011.759	0,72	0,7599	0,6486	0,6844
2048	0,02%	1.011.962	0,72	0,7614	0,6488	0,6859
2049	-0,01%	1.011.860	0,72	0,7630	0,6489	0,6874
2050	-0,03%	1.011.557	0,72	0,7645	0,6489	0,6889

Fonte: Consimares, 2021.

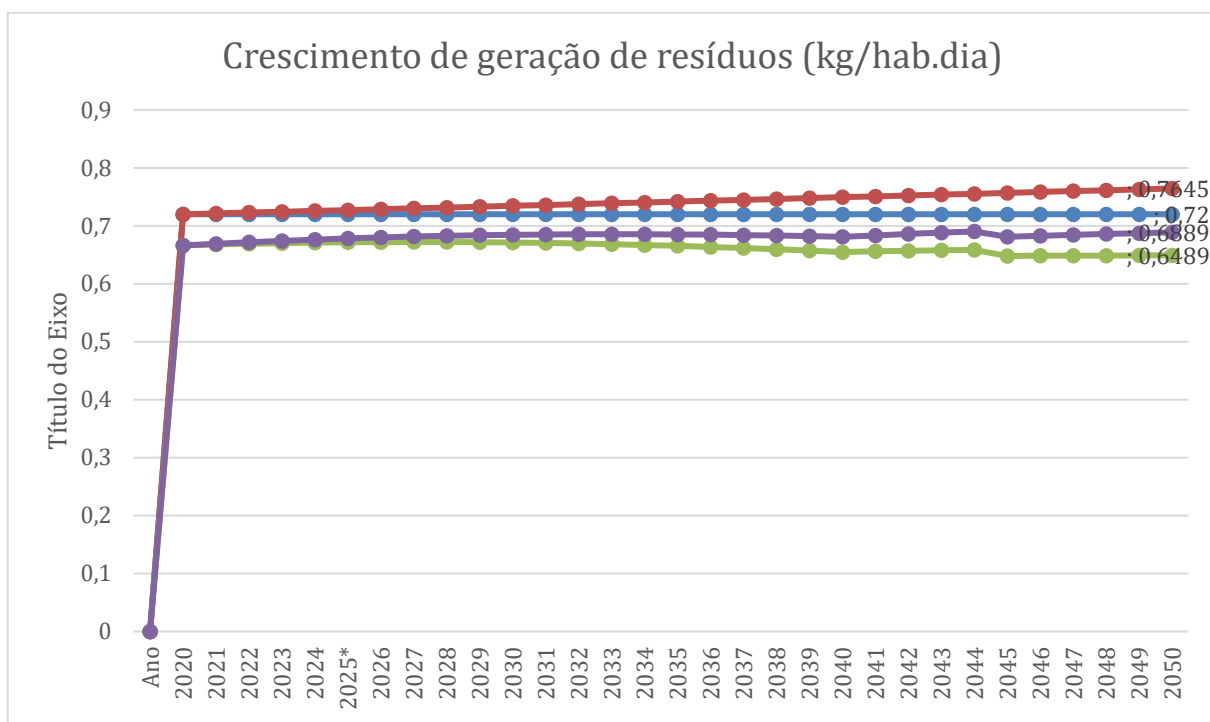


Figura 8.18 – Exposição gráfica dos dados da Tabela 8.9

Fonte: Consimares, 2021.

Primeiro eixo (0,7645 kg/hab.dia): Cenário 2: Evolução da produção per capita de 0,20% ao ano.

Segundo eixo (0,72 kg/hab.dia): Cenário 1: Evolução da produção per capita de 0,00% ao ano (sem crescimento).

Terceiro eixo (0,6889 kg/hab.dia): Cenário com PLANARES e sem crescimento de produção per capita.

Quarto eixo (0,6489 kg/hab.dia): Cenário com PLANARES e crescimento de 0,20% ao ano de produção per capita.

PLANOS DE AÇÕES E METAS DOS MUNICÍPIOS

PLANOS E METAS DOS MUNICÍPIOS						
Município	Garantir o direito de toda população à equidade na prestação dos serviços regulares de coleta e transporte de resíduos	Elaborar pesquisa periódica de opinião pública sobre o serviço de limpeza	Cadastrar caçambeiros (central única de triagem e processamento)	Estudar a viabilidade de implantação de uma central de tratamento de resíduos do consórcio	Cumprimento de Termos de Compromisso de Logística Reversa	Reaproveitamento de resíduos da construção civil
CAPIVARI	Já possui 100% de coleta	Anual	2022	---	Legislação Estadual - CETESB	25% até 2040
ELIAS FAUSTO	Já possui 100% de coleta	Anual	2022	---	Legislação Estadual - CETESB	25% até 2040
HORTOLÂNDIA	Já possui 100% de coleta	Anual	2022	---	Legislação Estadual - CETESB	Possui Usina de RCC
MONTE MOR	Já possui 100% de coleta	Anual	2022	---	Legislação Estadual - CETESB	25% até 2040
NOVA ODESSA	Já possui 100% de coleta	Anual	2022	---	Legislação Estadual - CETESB	25% até 2040
SUMARÉ	Já possui 100% de coleta	Anual	2022	---	Legislação Estadual - CETESB	Possui Usina de RCC
SANTA BÁRBARA D'OESTE	Já possui 100% de coleta	Anual	2022	---	Legislação Estadual - CETESB	Possui Usina de RCC

* OS MUNICÍPIOS QUE CONSTAM AÇÕES DISCRIMINADAS TAMBÉM POSSUEM A MESMA META QUE OS DEMAIS, PORÉM JÁ CONTAM COM ALGUM INSTRUMENTO/EQUIPAMENTO PARA ATENDIMENTO DO QUESITO, O QUE NÃO SIGNIFICA QUE JÁ ATINGIRAM AS METAS DO CONSIMARES (ATÉ 2031) OU AS METAS DO PLANARES (ATÉ 2040).

miro

PLANOS E METAS DOS MUNICÍPIOS

 Município	Acompanhar normas regulamentadoras das atividades dos caçambeiros	Instituir ato normativo para utilização de material da construção civil beneficiado em obras de infraestrutura	Estabelecer norma de monitoramento do sistema de limpeza urbana por meio de indicadores	Criar projeto de lei que reconheça óleo como resíduo e para reciclagem do mesmo (domicílios e comércio)	Criar legislação que permita a existência de centros de recepção dos resíduos gerados nos municípios - agrupamento dos municípios por regiões ou microrregiões	Integrar e articular os municípios integrantes do consórcio para receberem resíduos de vizinhos	Integrar o plano de gestão do Consórcio ao PLANARES e ao Novo Marco do Saneamento
CAPIVARI	MTR - SIGOR - CETESB	100% até 2031	Até 2024 - curto prazo	Lei Municipal	Até 2024 - curto prazo	Até 2024 - curto prazo	Até 2022 - curto prazo
ELIAS FAUSTO	MTR - SIGOR - CETESB	100% até 2031	Até 2024 - curto prazo	Legislação Estadual	Até 2024 - curto prazo	Até 2024 - curto prazo	Até 2022 - curto prazo
HORTOLÂNDIA	MTR - SIGOR - CETESB	100% até 2031	Até 2024 - curto prazo	Legislação Estadual	Até 2024 - curto prazo	Até 2024 - curto prazo	Até 2022 - curto prazo
MONTE MOR	MTR - SIGOR - CETESB	100% até 2031	Até 2024 - curto prazo	Legislação Estadual	Até 2024 - curto prazo	Até 2024 - curto prazo	Até 2022 - curto prazo
NOVA ODESSA	MTR - SIGOR - CETESB	100% até 2031	Até 2024 - curto prazo	Legislação Estadual	Até 2024 - curto prazo	Até 2024 - curto prazo	Até 2022 - curto prazo
SUMARÉ	MTR - SIGOR - CETESB	100% até 2031	Até 2024 - curto prazo	Lei Municipal	Até 2024 - curto prazo	Até 2024 - curto prazo	Até 2022 - curto prazo
SANTA BÁRBARA D'OESTE	MTR - SIGOR - CETESB	100% até 2031	Até 2024 - curto prazo	Lei municipal	Até 2024 - curto prazo	Até 2024 - curto prazo	Até 2022 - curto prazo

* OS MUNICÍPIOS QUE CONSTAM AÇÕES DISCRIMINADAS TAMBÉM POSSUEM A MESMA META QUE OS DE MAIS, PORÉM JÁ CONTAM COM ALGUM INSTRUMENTO/EQUIPAMENTO PARA ATENDIMENTO DO QUESITO, O QUE NÃO SIGNIFICA QUE JÁ ATINGIRAM AS METAS DO CONSIMARES (ATÉ 2031) OU AS METAS DO PLANARES (ATÉ 2040).

miro

PLANOS E METAS DOS MUNICÍPIOS

Município	Construir instalações para armazenamento de RCC	Construir instalações para trituração de madeira	Construir instalações para compostagem da matéria orgânica	Construir aterro sanitário	Construir biodigestores anaeróbios	Existência de estação de tratamento de efluentes	Implementar biblioteca amigável digital das normas existentes	Instituir programa de educação ambiental para gestão de resíduos	Estabelecer programa de educação ambiental para consumo responsável
CAPIVARI	100% até 2031	100% até 2032	100% até 2032	---	---	1 ETE em fase de conclusão	100% até 2031	Existe na rede municipal de ensino	100% até 2031
ELIAS FAUSTO	100% até 2031	100% até 2032	100% até 2032	---	---	1 ETE RAFA	100% até 2031	100% até 2031	100% até 2031
HORTOLÂNDIA	Possui usina de RCC	100% até 2032	100% até 2032	---	---	1 ETE aeróbia	100% até 2031	100% até 2031	Rede municipal
MONTE MOR	100% até 2031	100% até 2032	100% até 2032	---	---	2 ETE aeróbia	100% até 2031	Existe na rede municipal de ensino	Rede municipal
NOVA ODESSA	100% até 2031	Possui triturador de podas	Possui	---	---	1 ETE RAFA	100% até 2031	Existe na rede municipal de ensino	Rede municipal
SUMARÉ	100% até 2031	Possui triturador de podas	100% até 2032	---	---	1 ETE aeróbia	100% até 2031	Programa de coleta seletiva parcial	100% até 2031
SANTA BÁRBARA D'OESTE	Possui	Possui triturador de podas	100% até 2032	Possui	---	6 ETEs	100% até 2031	100% até 2031	100% até 2031

* OS MUNICÍPIOS QUE CONSTAM AÇÕES DISCRIMINADAS TAMBÉM POSSUEM A MESMA META QUE OS DE MAIS, PORÉM JÁ CONTAM COM ALGUM INSTRUMENTO/EQUIPAMENTO PARA ATENDIMENTO DO QUESITO, O QUE NÃO SIGNIFICA QUE JÁ ATINGIRAM AS METAS DO CONSIMARES (ATÉ 2031) OU AS METAS DO PLANARES (ATÉ 2040).

mpro

9. Indicadores de desempenho para a Gestão de Resíduos Sólidos dos Municípios do Consimares

Para possibilitar a gestão e tomada de decisão quanto a implementação de políticas públicas e atendimento das metas estabelecidas nos planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos no Brasil, a definição de indicadores de eficiência para o gerenciamento dos resíduos é importante, pois permite que o processo de gestão possa ser analisado e compreendido de forma mais simples e planos de ação sejam direcionados de maneira mais assertiva.

A leitura de dados utilizando-se indicadores quantitativos e qualitativos permitam o acompanhamento das ações, programas, projetos e dos serviços executados sendo que a proposição dos mesmos é uma exigência pela Política Nacional de Resíduos Sólidos em seu artigo 19: Art. 19.

De acordo com os princípios e diretrizes da Lei no 11.445/2007, os quais são reforçados na Lei 1402/2020, critérios de universalidade, de integralidade no atendimento, de eficiência e sustentabilidade econômica, de articulação com as políticas de inclusão, desenvolvimento urbano e regional e com adoção de novas tecnologias devem ser observados.

Com intuito de subsidiar o acompanhamento do desempenho operacional e ambiental dos serviços e programas implantados nos municípios do Consimares, a revisão deste PIGIRS traz uma proposta de indicadores que devem ser observados em referência aos resultados auferidos em períodos de tempo equivalentes e comparáveis, sendo indicada a sua aplicação com frequência anual.

Os indicadores aqui apresentados são apropriados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, e permitem o acompanhamento da evolução da prestação dos serviços com outros municípios enquadrados na mesma faixa populacional.

Proposta de Indicadores

Abaixo são apresentados alguns indicadores apropriados do SNIS com referência as despesas aplicadas ao sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos em comparação às outras despesas correntes dos municípios e a população urbana:

- Indicadores gerais de acompanhamento

a) Incidência das despesas com o manejo de Resíduos Sólidos Urbanos nas despesas correntes do município (Indicador SNIS I003).

Cálculo:

$$\frac{\text{Despesa total do município com manejo de RSU}}{\text{Despesa corrente total do município}} = \%$$

b) Despesa per capita com o manejo de RSU em relação a população urbana (SNIS I006)

Cálculo:

$$\frac{\text{Despesa total com o manejo de RSU}}{\text{População urbana}} = \%$$

- Indicadores operacionais da limpeza urbana e manejo de resíduos.

a) Cobertura do serviço de coleta em relação a população total (Indicador SNIS I015)

Cálculo:

$$\frac{\text{População atendida declarada}}{\text{População total}} = \%$$

b) Variação da geração per capita

Cálculo:

$$\frac{\text{Resíduos Coletados Ano 01} - \text{Resíduos Coletados Ano 02}}{\text{População Atendida Ano 01} - \text{População Atendida Ano 02}} = x$$

c) Produtividade média dos empregados na coleta em relação a massa coletada (Indicador SNIS I018).

Cálculo:

$$\frac{\text{Quantidade total coletada}}{\text{kg/empregado/dia}} = \frac{\text{Quantidade total de (coletores/motoristas)}}{\text{Quantidade de dias úteis por ano}} \times$$

• Varrição

a) Custo unitário médio do serviço de limpeza pública (Indicador SNIS I043)

Cálculo:

$$\frac{\text{Despesa total da prefeitura com o serviço de limpeza pública}}{\text{Despesa total da limpeza urbana}} = \%$$

b) Produtividade Média dos varredores (Indicador SNIS I044)

Cálculo:

$$\frac{\text{Extensão total da sarjeta varrida}}{\text{km/Empregado/Dia}} = \frac{\text{Quantidade total de varredores}}{\text{Quantidade de dias úteis por ano}} \times$$

c) Incidência do custo do serviço de varrição no custo total com manejo de RSU (Indicador SNIS I046)

Cálculo:

$$\frac{\text{Despesa total da Prefeitura com serviço de varrição}}{\text{Número total de domicílios}} = \%$$

• Resíduos dos Serviços de Saúde

a) Massa coletada em relação a população urbana (Indicador SNIS I036)

Cálculo:

$$\frac{\text{Quantidade total coletada de RSS}}{\text{População urbana}} = \%$$

- Resíduos de Construção Civil e inservíveis - Pontos de disposição irregular

a) Variação anual da quantidade de resíduos (m³) removidos de pontos de disposição irregular

Cálculo:

Resíduos coletados em pontos viciados (Ano 1) – Resíduos coletados em pontos viciados (Ano 02) = X

- Coleta Seletiva

a) Massa recuperada per capita de materiais recicláveis secos (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação a população urbana (Indicador SNIS I032)

Cálculo:

$$\frac{\text{Quantidade total de materiais recicláveis recuperados} \\ \text{(Exceto matéria orgânica e rejeitos)}}{\text{População urbana}} = \%$$

b) Taxa de material recolhido pela coleta seletiva de secos (exceto matéria orgânica) em relação a quantidade total coletada de resíduos sólidos domésticos (Indicador SNIS I053).

Cálculo:

$$\frac{\text{Quantidade total de materiais recicláveis recuperados} \\ \text{(Exceto matéria orgânica e rejeitos)}}{\text{Quantidade total de resíduos sólidos coletados}} = \%$$

c) Taxa de adesão da população a Coleta Seletiva

Cálculo:

$$\frac{\text{Número de domicílios participantes da coleta seletiva}}{\text{Número total de domicílios}} = \%$$

- Outro indicador

Adicionalmente outro indicador, abaixo representado, poderá auxiliar os municípios em relação ao monitoramento e controle da qualidade dos serviços. Entretanto, sugere-se que a periodicidade seja mensal e que denúncias e reclamações apresentadas pela imprensa local sejam inseridas no cálculo

a) Quantidade de chamadas de reclamações registradas pelos usuários, em relação aos serviços de limpeza pública:

Cálculo:

$$\frac{\text{Número total de chamadas de reclamações recebidas em relação aos serviços de limpeza (mês)}}{\text{Número de dias do mês}} = X$$

- Gestão dos Indicadores

A gestão dos indicadores deve ser realizada pelos técnicos das prefeituras, responsáveis pelo controle do manejo e gestão de resíduos sólidos, com o apoio de outros agentes e setores diretamente ligados ao tema.

A transparência dos resultados medidos e obtidos pelos indicadores deve ocorrer para possibilitar o acompanhamento da população.

Os resultados e registros dos indicadores serão utilizados em futuras revisões do Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, possibilitando a verificação do atendimento às diretrizes propostas, bem como o alcance dos resultados planejados para cada município.

10. Referências Bibliográficas

ABNT; Associação Brasileira de Normas Técnica; **NBR 10.004/2004: Resíduos sólidos - Classificação**, Norma Técnica Brasileira, Rio de Janeiro.

ABNT; Associação Brasileira de Normas Técnicas; **NBR 10.007/2004: Amostragem de Resíduos Sólidos**, Norma Técnica Brasileira, Rio de Janeiro.

ABNT; Associação Brasileira de Normas Técnicas **NBR 12.808-1/2016: Resíduos de Serviços de Saúde – Classificação**; Norma Técnica Brasileira; Rio de Janeiro.

ABNT; Associação Brasileira de Normas Técnicas; **NBR 13.853-1/2018: Coletores para resíduos de serviços de saúde perfurantes ou cortantes –Requisitos e métodos de ensaio**; Norma Técnica Brasileira; Rio de Janeiro.

ABRELPE; **Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais**; 2021. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/>. Acesso em 05/07/2021.

AGEMCAMP; Agência Metropolitana de Campinas. Disponível em: <http://www.agemcamp.sp.gov.br/>. Acesso em 05/07/2021.

ASDF; Americas Sustainable Development Foundation; **Diretrizes para a elaboração de um Roteiro Nacional de Economia Circular no Brasil Projeto: Avaliação da situação atual da Economia Circular para o desenvolvimento de um roteiro para o Brasil, Chile, México e Uruguai RFP/UNIDO/7000003530**; Dezembro de 2020. Disponível em: [https://www.ctc-n.org/system/files/dossier/3b/PT%20Entregable%205.2 20201120 CTCN.pdf](https://www.ctc-n.org/system/files/dossier/3b/PT%20Entregable%205.2%20201120%20CTCN.pdf). Acesso em 20/08/2021.

BIC GROUP LTDA.; 2010. Disponível em: http://www.winderickx.pl/en/manufacture_company.php. Acesso em 30 de junho de 2010.

BAERE, L.; MEENEN, P.V.; DEBOOSERE, S. & VERSTRAETE, W.; **Anaerobic Fermentation Of Reuse; In: Resources And Conservation**, 14: 295-3081984.

BRASIL; **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em 05/07/2021.

_____; **Decreto nº 5.940/2006**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/decreto/d5940.htm. Acesso em 05/07/2021.

_____; **Decreto nº 6.017/2007**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6017.htm. Acesso em 05/07/2021.

_____; **Decreto nº 7.217/2010**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7212.htm. Acesso em 05/07/2021.

_____; **Decreto nº 7.404/2010**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm. Acesso em 05/07/2021.

_____; **Decreto nº 10.240/2020**. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2020/decreto-10240-12-fevereiro-2020-789763-norma-pe.html>. Acesso em 05/07/2021.

_____; **"Legislação de Direito Ambiental"**; 3ª ed.; Editora Saraiva; São Paulo; 2010.

_____; **Lei nº 8.666/1993 – Licitações e Contratos Administrativos**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8666cons.htm. Acesso em 05/09/2021.

____; **Lei nº 9.795/1999 – Política de Educação Ambiental.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em 05/07/2021.

____; **Lei nº 11.107/2005.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11107.htm. Acesso em 05/07/2021.

____; **Lei nº 11.445/2007 – Diretrizes nacionais para o saneamento básico.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em 05/07/2021.

____; **Lei nº 12.305/2020 – Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em 05/07/2021.

____; **Lei nº 13.089/2015 – Estatuto da Metrópole.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13089.htm. Acesso em 05/07/2021.

____; **Lei nº 14.026/2020 – Novo Marco do Saneamento.** Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.026-de-15-de-julho-de-2020-267035421>. Acesso em 05/07/2021.

____; **Portaria nº 557/2016.** Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/24505212/do1-2016-11-14-portaria-n-557-de-11-de-novembro-de-2016-24505001. Acesso em 05/07/2021.

____; **Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS.** Disponível em: <http://www.snis.gov.br/>. Acesso em 05/07/2021.

BRASILEIRO, L. A. & LACERDA, M. G.; **Análise do uso de SIG no roteamento dos veículos de coleta de resíduos sólidos domiciliares**; Vol.13 - Nº 4 - out/dez 2008, 356-360. Recebido: 29/06/07 Aceito: 07/10/08.

BROLLO, M. J.; **Metodologia automatizada para seleção de áreas para disposição de resíduos sólidos. Aplicação na região metropolitana de Campinas (SP)**. Tese de doutoramento. São Paulo; Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo; 2001.

CBH-PCJ – **“Programa de Investimentos para a Proteção e Aproveitamento dos Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí”** Consórcio Figueiredo Ferraz COPLASA; São Paulo; 1999.

_____. **“Plano de Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba Capivari e Jundiaí 2008-2020”** – Relatório 7 –COBRAPE; São Paulo; 2010.

CEMPRE; **Compromisso Empresarial para Reciclagem**. Disponível em: <https://cempre.org.br/artigos-2/>. Acesso em 05/07/2021.

CETESB; Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; **“Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares 2020”**; São Paulo; 2021. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/residuossolidos/wp-content/uploads/sites/26/2021/07/Inventario-Estadual-de-Residuos-Solidos-Urbanos-2020.pdf>. Acesso em 05/07/2021.

CETESB; Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; **Decisões de Diretoria**; São Paulo; 2021. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/>. Acesso em 05/07/2021.

CNI; Confederação Nacional da Indústria. **Economia circular : oportunidades e desafios para a indústria brasileira**; CNI; 64 p. : il; Brasília; 2018.

COIMBRA LUZ, M.I.S., 1997. **Opções de tratamento de cinzas de incineração de resíduos sólidos urbanos (CIRSU) uma perspectiva de gestão**. Dissertação submetida para obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, ramo de Gestão e Tratamento de Resíduos Industriais. Departamento de Engenharia Metalúrgica, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal.

CONAMA; Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em:
<http://www2.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em 05/07/2021.

COSSU, R. & PIOVESAN E., 2007. ***Modern strategies in waste management for sustainability and control of global climate change***, In: *Sardinia; 2007; Proceedings, Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium*, CISA Publisher; ISBN: 978-88-6265-003-8.

COSSU, R., 2009. ***Driving forces in national waste management strategies***, In: *Waste Management 29*, p. 2797–2798.

DEMANTOVA, G. C. – “**Redes Técnicas Ambientais diversidade e conexões entre pessoas e lugares**”. Tese de Doutorado (s/ ed.) FEC UNICAMP Campinas, 2009.

EMPLASA; Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano; “**Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana de Campinas, PDUI**”; Relatório 3; Diagnóstico Final dos Problemas Metropolitanos; Agosto/2018. Disponível em:
http://multimidia.pdui.sp.gov.br/rmc/docs-pdui/rmc_docspdui_0012.pdf. Acesso em 23/06/2021.

EY; **A Sustentabilidade Financeira dos Serviços de Manejo de Resíduos Sólidos – Modelos de cobrança ao redor do mundo**; 2020. Disponível em: https://selur.org.br/wp-content/uploads/2020/08/RELATORIO_EY-e-SELURB_Modelos-de-Cobran%C3%A7a-ao-Redor-do-Mundo-1.pdf. Acesso em 05/07/2021.

FLUXUS; “**Plano Integrado de Resíduos Sólidos do Consórcio Intermunicipal de Manejo de Resíduos Sólidos da Região Metropolitana de Campinas**”, Nova Odessa, 2010.

FIORILLO, C. A. P.; “**Curso de Direito Ambiental Brasileiro**”; 11ª ed.; Editora Saraiva; ; São Paulo; 2010.

FNEM; Fórum Nacional de Entidades Metropolitanas. Disponível em:
<https://fnembrasil.org/sp>. Acesso em 23/06/2021.

FRANCIOLI, P. A. P; **"O Direito Ambiental na Sociedade de Risco"**. Disponível em <http://revista.grupointegrado.br/revista/index.php/discursojuridic/article/view/188>. Acesso em 11 de agosto de 2010.

FRICKE, K. *et al*; **Aplicação do tratamento mecânico-biológico de resíduos no Brasil. Guia para uma gestão integrada de resíduos sólidos com a aplicação da técnica de TMB compreendendo disposição em aterros, tratamento de chorume e recuperação de aterros desativados**. Finanziert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung. Göttingen, Germany: Hubertus & Co, 2007.

GIZ; **Alternativas em Waste-to-Energy na Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos**; Eschborn; Alemanha; 2017.

IBAMA; **Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis**. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br>. Acesso em 05/07/2021.

IBGE; **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em 05/07/2021.

InpEV; **Instituto Nacional De Processamento De Embalagens Vazias**. Disponível em: <https://inpev.org.br/>. Acesso em 05/07/2021.

IPT e CEMPRE. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**; 2.^a ed.; Ed. IPT, 370 p.; São Paulo. 2000.

MACHADO, P. A. L.; **"Direito Ambiental Brasileiro"**. 18 ed.; Malheiros Editores; São Paulo; 2010.

MUKAI, Toshio. **"Direito Ambiental Sistematizado"**; 5^a ed.; Editora Forense Universitária; Rio de Janeiro; 2005.

_____; **"Direito Urbano e Ambiental"**; 3ed.; Editora Fórum.; Belo Horizonte, 2006.

_____; **"Saneamento Básico Diretrizes Gerais – Comentários à Lei 11.445 de 2007"**; Editora Saraiva; São Paulo, 2009.

PEREIRA, A.S., LIMA, J.C.F. & RUTKOWSKI, E.W.; **Ecologia Industrial no Brasil: uma discussão sobre as abordagens brasileiras de simbiose industrial**; In: *Anais do IX ENGEMA – Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente*, Curitiba/PR, 2007.

PINHEIRO, C.; **"Direito Ambiental"**. Editora Saraiva; São Paulo; 2008.

RECICLANIP; **Logística Reversa de Pneus**. Disponível em: <https://www.reciclanip.org.br/>. Acesso em 05/07/2021.

RECICLUS; **Logística Reversa de Lâmpadas**. Disponível em: <https://reciclus.org.br/>. Acesso em 05/07/2021.

RODRIGUES, M. A.; **"Elementos de Direito Ambiental"**; 2ª ed.; Revista dos Tribunais; São Paulo; 2005.

_____; **"Instituições de Direito Ambiental"**; Max Limonad; São Paulo, 2002.

RUTKOWSKI, E. V. & OLIVEIRA, E. G.; **"A gestão das águas paulistanas"**; In: *Bacia Hidrográfica & Bacia Ambiental*; SABESP; São Paulo; 1999.

SÃO PAULO; **Decreto Estadual nº 60.520/2014**; São Paulo; 2014. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/norma/173000>. Acesso em 05/07/2021.

SÃO PAULO; **Lei Estadual nº 12.300/2006**; São Paulo; 2006. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2006/lei-12300-16.03.2006.html>. Acesso em 05/07/2021.

SÃO PAULO; Prefeitura Municipal de São Paulo; 2021. Disponível em: <https://www.capital.sp.gov.br/>. Acesso em 05/07/2021.

SILVA, J. A.; "**Curso de Direito Constitucional Positivo**"; 18 ed.; Malheiros Editores; São Paulo; 2000.

SIMA; **Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo**. Disponível em: <http://sigam.ambiente.sp.gov.br/>. Acesso em 05/07/2021.

SINDUSCON – "Resíduos da Construção Civil e o estado de São Paulo", São Paulo, 2012.

UNIDO; *United Nations Industrial Development Organization*. **Green growth: from labour to resource productivity: best practice examples, initiatives and policy options**, 2013.

Disponível em: https://www.unido.org/sites/default/files/2013-04/GREENBOOK_0.pdf. Acesso em: 20/08/2021.

WORLD BANK; **Word Bank Group**; 2018. Disponível em: <https://www.worldbank.org/en/home>. Acesso em 05/07/2021.