



Relatório Parcial III - 1|113

“Estudo de Viabilidade para Instalação e Operação de Centrais de Lodos nas Bacias PCJ”.

Relatório Parcial III.

Versão I.

Contratante:
**Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba,
Capivari e Jundiáí.**

Março de 2011



Relatório Parcial III - 2|113

“Estudo de Viabilidade para Instalação e Operação de Centras de Lodos nas Bacias PCJ”.

Relatório Parcial III.

Versão I.

Elaborado por:

Biociclo

Consórcio firmado entre as empresas
Ciclo Ambiental Ltda e
Biossola Agricultura e Ambiente Ltda
nos termos na Tomada de Preço 01/2010.

Equipe Técnica:

Jonas Jacob Chiaradia, eng. Dr.
Fernando Carvalho, eng. Dr.
Maria Emília Mattiazzo, eng. Dr.
Marcos Eduardo Gomes da Cunha, eng. MSc.
Camila Spíndola de Abreu Avancini, eng.
Aline Tonon, tec.
Rafael Erler, tec.

Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá.

Março de 2011



Índice geral

1.	INTRODUÇÃO.....	7
1.1.	TÓPICOS APRESENTADOS NO PRESENTE RELATÓRIO	7
2.	ÍTEM 5.4. LEVANTAR A CARACTERIZAÇÃO DOS LODOS DAS ETAS E DAS ETES EXISTENTES E FORMA DE DESTINAÇÃO FINAL, PARA DESENVOLVIMENTO DESTA ATIVIDADE DEVERÁ SER CONSIDERADO:.....	9
2.1.	LODO DE ETA – QUANTO A GERAÇÃO.....	9
2.2.	LODO DE ETA – QUANTO A CARACTERIZAÇÃO E DESTINAÇÃO.....	25
2.3.	LODO DE ETE – QUANTO A GERAÇÃO.....	35
2.4.	LODO DE ETE- QUANTO A CARACTERIZAÇÃO E DESTINAÇÃO.....	42
3.	ÍTEM 5.5.A - IDENTIFICAR AS ÁREAS POTENCIAIS NAS BACIAS PCJ DE RECEBIMENTO DE LODOS PARA USO AGRÍCOLA (LAVOURAS DE CANA-DE-AÇÚCAR; DE CAFÉ, DE REFLORESTAMENTO, ENTRE OUTRAS), ATRAVÉS DE MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO FORNECIDO PELA CONTRATANTE E ATRAVÉS DE CONSULTAS ÀS INSTITUIÇÕES DE PESQUISA DA REGIÃO.....	64
3.1.	(5.5.A.1) – A DEMANDA DE ÁREAS AGRÍCOLAS PARA A APLICAÇÃO DO LODO DE ESGOTO GERADO NA BACIA DO PCJ.....	64
3.1.1.	(5.5.A.1.1) - A SELEÇÃO DE ÁREAS AGRÍCOLAS PARA APLICAÇÃO DE LODO DE ESGOTO OU PRODUTO DERIVADO.....	64
3.1.2.	(5.5.A.1.2) - A GERAÇÃO DE LODO DE ESGOTO E ÁREAS POTENCIAIS NAS BACIAS PCJ DE RECEBIMENTO DE LODOS PARA USO AGRÍCOLA	67
3.2.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
4.	ÍTEM 5.5.B - APRESENTAR ESTUDO COMPARATIVO DA VIABILIDADE DO ATENDIMENTO DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL FEDERAL E DOS ESTADOS (SP E MG) PARA O TEMA;.....	72
4.1.	INTRODUÇÃO.....	72



Relatório Parcial III - 4|113

4.2. A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS (LEI Nº 12.305 DE 02 DE AGOSTO DE 2010).....	73
4.3. LEI ESTADUAL 12.300 DE 16 DE MARÇO DE 2006 QUE INSTITUI A POLÍTICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO ESTADO DE SÃO PAULO E DEFINE PRINCÍPIOS E DIRETRIZES. 77	
4.4. LEI ESTADUAL 18031 DE 12 DE JANEIRO DE 2009 QUE DEFINE A POLÍTICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO ESTADO DE MINAS GERAIS	80
4.5. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A LEI FEDERAL E AS LEIS ESTADUAIS DE SÃO PAULO E MINAS GERAIS PARA POLÍTICAS DE RESÍDUOS SÓLIDOS.	83
4.6. A RECICLAGEM NA AGRICULTURA DO LODO PROVENIENTE DO TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS	84
4.6.1. LODO COMO RESÍDUO: A RESOLUÇÃO CONAMA 375/2006	85
4.6.2. A LEGISLAÇÃO DO MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA – PARA FERTILIZANTES ORGÂNICOS	91
4.7. CONSIDERAÇÕES SOBRE A LEGISLAÇÃO EXISTENTE E A DESTINAÇÃO A SER DADA AO LODO PRODUZIDO PELAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO PRESENTES NA BACIA DO PCJ.....	94
4.8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
5. ITEM 5.6 - APRESENTAR INDICAÇÃO TÉCNICA DOS LODOS DAS ETAS PARA USO INDUSTRIAL, CONSIDERANDO:	97
5.1. (A) IDENTIFICAR AS ÁREAS POTENCIAIS DE RECEBIMENTO DE LODOS, POR EXEMPLO: OS PÓLOS CERAMISTAS EXISTENTES NA ÁREA DA BACIA PCJ E DAS REGIÕES ADJACENTES, NESTE ÚLTIMO CASO, CONSIDERANDO O CUSTO DO TRANSPORTE SEPARADO DO CUSTO DE TRATAMENTO E/OU DESTINAÇÃO FINAL:	102
5.2. (B) IDENTIFICAR ALTERNATIVAS DOS LODOS DAS ETAS A SEREM UTILIZADOS NO PROCESSAMENTO PARA FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE CONCRETO:	104
5.3. (C) IDENTIFICAR OUTROS SETORES PRODUTIVOS, POR EXEMPLO, A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	111



Índice de tabelas

Tabela 5.4. 1 - Lodo de ETA quanto a geração - Bacia do PCJ(Cenário I).....	11
Tabela 5.4. 2: Lodo de ETA quanto a geração - Bacia do PCJ(Cenário II).....	12
Tabela 5.4. 3: Lodo de ETA quanto a geração - Bacia do PCJ(Cenário III).....	13
Tabela 5.4. 4 - Serviços que possuem análise de lodo – aferidos em população relativa.....	25
Tabela 5.4. 5 - Destinação Atual do lodo de ETA.	26
Tabela 5.4. 6 - Serviços de tratamento de água que possuem análise de lodo.	27
Tabela 5.4. 7 - Municípios que enviaram as análises.....	32
Tabela 5.4. 8 - Características dos lodos gerados em ETAs.	34
Tabela 5.4. 9 - Lodo de ETE quanto a geração - Bacia do PCJ.	37
Tabela 5.4. 10 - Posicionamento dos serviços de tratamento de esgoto quanto á existência de análise de lodo.....	43
Tabela 5.4. 11 - Serviços de tratamento de esgoto que possuem análise de lodo.	49
Tabela 5.4. 12 - Serviços de tratamento de esgoto que enviaram a análise de lodo.	52
Tabela 5.4. 13 - Destino do lodo de ETE, por população relativa com esgoto tratado.....	53
Tabela 5.4. 14 - Destinos e logística atual dos serviços de saneamento quanto ao lodo de ETE.	55
Tabela 5.5b. 1 - Concentração máxima de contaminantes inorgânicos permitidos em lodos de esgoto para uso em áreas agrícolas	87
Tabela 5.5b. 2 - Classes de lodo ou produto derivado em função da presença de agentes patogênicos.....	87
Tabela 5.5b. 3 - Especificações dos fertilizantes orgânicos compostos.....	92
Tabela 5.5b. 4 - Limites máximos de contaminantes admitidos em fertilizantes orgânicos....	92
Tabela 5.6. 1 - Impactos típicos do manancial sobre a geração do lodo de ETA	99
Tabela 5.6. 2 - Fases de manejo dos resíduos de lodos de ETAs com seus diversos potenciais e alternativas em soluções integradas em termos técnico- ambiental	113



Índice de Figuras

Mapa 5.4. 1 - Mapa de geração de lodo em ETA no PCJ _ ano base 2008 – Cenário 1.....	14
Mapa 5.4. 2 - Mapa de geração de lodo em ETA no PCJ _ ano base 2008 – Cenário 2.....	15
Mapa 5.4. 3 - Mapa de geração de lodo em ETA no PCJ _ ano base 2008 – Cenário 3.....	16
Mapa 5.4. 4 - Mapa de geração de lodo em ETA no PCJ _ ano base 2010 – Cenário 1.....	17
Mapa 5.4. 5 - Mapa de geração de lodo em ETA no PCJ _ ano base 2010 – Cenários 2 e 3..	18
Mapa 5.4. 6 - Mapa de geração de lodo em ETA no PCJ _ ano base 2014 – Cenário 1.....	19
Mapa 5.4. 7 - Mapa de geração de lodo em ETA no PCJ _ ano base 2014 – Cenário 2.....	20
Mapa 5.4. 8 - Mapa de geração de lodo em ETA no PCJ _ ano base 2014 – Cenário 3.....	21
Mapa 5.4. 9 - Mapa de geração de lodo em ETA no PCJ _ ano base 2020 – Cenário 1.....	22
Mapa 5.4. 10 - Mapa de geração de lodo em ETA no PCJ _ ano base 2020 – Cenário 2.....	23
Mapa 5.4. 11 - Mapa de geração de lodo em ETA no PCJ _ ano base 2020 – Cenário 3.....	24
Mapa 5.4. 12 - Mapa de geração de lodo em ETE no PCJ _ ano base 2008.....	38
Mapa 5.4. 13 - Mapa de geração de lodo em ETE no PCJ _ ano base 2010.....	39
Mapa 5.4. 14 - Mapa de geração de lodo em ETE no PCJ _ ano base 2014.....	40
Mapa 5.4. 15 - Mapa de geração de lodo em ETE no PCJ _ ano base 2020.....	41
Figura 5.6. 1 - Mapa de Classificação dos Corpos D'água na Bacia do PCJ	100
Figura 5.6. 2 - Mapa dos pólos ceramistas na Bacia PCJ e regiões adjacentes.....	103
Figura 5.6. 3 - Compósito com lodo de ETA e serragem de madeira.	109
Figura 5.6. 4 - Mapa das usinas de reciclagem de RDCC e da Indústria Cimenteira na Bacia PCJ.	110



1. INTRODUÇÃO

A presente versão do Relatório Parcial III apresenta os tópicos estabelecidos no Termo de Referência “Estudo de Viabilidade para Instalação e Operação de Centrais de Lodo nas bacias do PCJ”, Anexo I, no item 10.3 – RELATÓRIO PARCIAL III em seus tópicos relativos aos itens 5.4, 5.5A, 5.5B e 5.6 que são compilados abaixo:

1.1. Tópicos apresentados no presente relatório

- **Item 5.4** - Levantar a caracterização dos lodos das ETAS e das ETEs existentes e forma de destinação final, para desenvolvimento desta atividade deverá ser considerado:
 - Consultas aos serviços de saneamento quanto a geração de lodos nas ETEs e ETAs existentes, a fim de se obter as caracterizações e classificações conforme estabelece a NBR 10004:2006 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, e ainda
 - Apresentar a forma de destinação final.
 - Nota: No(s) caso(s) de não existir a caracterização dos lodos gerados nas unidades, apresentar ou adotar um padrão considerando as características do manancial de captação para ETA e da bacia de esgotamento sanitário para a ETE.
- **Item 5.5.A** - Identificar as áreas potenciais nas bacias PCJ de recebimento de lodos para uso agrícola (lavouras de cana-de-açúcar; de café, de reflorestamento, entre outras), através de mapa de uso e ocupação do solo fornecido pela contratante e através de consultas às instituições de pesquisa da região
- **Item 5.5.B** - Apresentar estudo comparativo da viabilidade do atendimento da legislação ambiental federal e dos estados (SP e MG) para o tema;
- **Item 5.6.** Apresentar indicação técnica dos lodos das ETAs para uso industrial, considerando:
 - Identificar as áreas potenciais de recebimento de lodos, por exemplo:
 - Os polos ceramistas existentes na área da bacia PCJ e das regiões adjacentes, neste último caso, considerando o custo do transporte separado do custo de tratamento e/ou destinação final;



Relatório Parcial III - 8|113

- Identificar alternativas dos lodos das ETAs a serem utilizados no processamento para fabricação de artefatos de concreto;
- Identificar outros setores produtivos, por exemplo, a geração de energia elétrica



2. ÍTEM 5.4. LEVANTAR A CARACTERIZAÇÃO DOS LODOS DAS ETAS E DAS ETES EXISTENTES E FORMA DE DESTINAÇÃO FINAL, PARA DESENVOLVIMENTO DESTA ATIVIDADE DEVERÁ SER CONSIDERADO:

Consulta aos serviços de saneamento quanto à geração de lodos nas ETEs e ETAs existentes a fim de se obter as caracterizações e classificações conforme estabelece a NBR 10.004:2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, e ainda apresentar a forma de destinação final.

Nota: No(s) caso(s) de não existir a caracterização dos lodos gerados nas unidades, apresentar ou adotar um padrão considerando as características do manancial de captação para ETA e da bacia de esgotamento sanitário para a ETE.

2.1. Lodo de ETA – quanto a Geração.

Após consulta aos serviços de saneamento e a constatação da escassez de dados referentes a geração de lodo em ETAS na bacia do PCJ, optou-se por quantificar considerando as características do manancial de abastecimento e os cálculos teóricos disponíveis na literatura.

Cabem algumas ressalvas, quanto á geração final verificada:

- Para as demandas urbanas estimadas para o ano de 2008, utilizou-se os dados de população urbana e os índices de demanda per capita apresentados no Plano de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí 2008-2020- *Quadro 83 – Demandas urbanas e principais mananciais (2008)* elaborado pela COBRAPE . Página 313 (340). Essa metodologia foi desenvolvida pela COBRAPE e esses valores ***não*** se referem à vazão outorgada.
- Para as demandas urbanas de 2010 utilizou-se de dois artifícios: prioritariamente os dados levantados em campo, nos questionários respondidos pelos serviços de saneamento ao consórcio Biociclo, sinalizadas nas planilhas com uma cor mais escura. Nos casos onde isso não foi possível, utilizou-se um dado estimado, multiplicando os dados de população (SEADE-2010 - para municípios paulista- em e IBGE 2010 para os municípios mineiro) pelos valores de demanda per capita (l/hab.dia) de cada município de acordo com o Plano de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí 2008-2020 - Quadro 35 –Estimativa de Demanda e Consumo per



Relatório Parcial III - 10|113

capita COBRAPE . Página 134 (161), sinalizadas nas planilhas com uma cor mais clara.

- Para a demanda hídrica dos Cenários Tendenciais de 2014 e 2020, utilizou-se dos dados disponíveis no Plano de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2008-2020. Quadro 152 - Projeção da eção da demanda urbana para o Cenário Tendencial. Pag 438 (465).
- Para o cálculo do fator de geração de lodo (S), utilizaram-se as informações de cor, turbidez e dosagem de coagulante dos principais rios de cada uma das sub-bacias do PCJ.
- Para municípios que o abastecimento é feito a partir de nascentes ou de represa, utilizaram-se as informações de cor, turbidez de acorco com o definido pela Resolução CONAMA 357 de 17 de março de 2005, no seu artigo 15, que define padrões para águas doces de classe 2.
- Para os municípios onde o abastecimento é feito por poços artesianos, ou ainda por algum sistema de tratamento que não gere lodo (caso de Analândia) não foi contabilizado na geração de lodo.

Diante dessas premissas, os resultados quanto à geração de lodo de ETA de forma global na bacia do PCJ são apresentados nas tabelas a seguir, acompanhadas dos mapas de geração de lodo identificados espacialmente por sub-bacia no PCJ.

Tabela 5.4. 1 - Lodo de ETA quanto a geração - Bacia do PCJ(Cenário I).

CENÁRIO 01													
ESTIMATIVA NA CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA DE GERAÇÃO DE LODO DE ETAS NA BACIA DO PCJ POR SUB-BACIAS.													
SUB-BACIA	ÁREA (km ²)	Demanda Hídrica Urbana (m ³ /s)				Geração de lodo (base seca em ton. SS /mês) em sólidos totais secos				Geração de lodo (base úmida em ton. ST/dia) em sólidos totais desaguados (20% de ST)			
		2008 **	2010 ***	Projeção 2014 **	Projeção 2020 **	2008	2010	Projeção 2014	Projeção 2020	2008	2010	Projeção 2014	Projeção 2020
				Tendencial	Tendencial			Tendencial	Tendencial			Tendencial	Tendencial
Piracicaba	4.144	5,49	5,54	6,09	6,54	3.382,55	3.381,29	3.762,52	4.041,14	563,76	563,55	627,09	673,52
Atibaia *	3.381	6,47	5,79	7,08	7,55	1.499,13	1.342,22	1.640,46	1.749,37	249,85	223,70	273,41	291,56
Jaguari	2.993	1,65	1,53	1,86	2,02	390,89	289,01	365,49	394,15	65,15	48,17	60,91	65,69
Jundiaí	1.661	3,61	2,93	4,03	4,35	2.384,89	1.932,69	2.702,41	2.944,76	397,48	322,11	450,40	490,79
Capivari	1.167	0,80	0,58	0,89	0,99	269,50	177,60	305,09	339,83	44,92	29,60	50,85	56,64
Corumbataí	1.392	0,82	0,90	0,88	0,92	199,19	214,59	212,07	219,64	33,20	35,77	35,34	36,61
Camanducaia	868	0,25	0,27	0,27	0,29	97,99	106,43	105,83	113,67	16,33	17,74	17,64	18,94
TOTAL	15.606	19,1	17,5	21,1	22,7	8.224,14	7.443,83	9.093,87	9.802,55	1.370,69	1.240,64	1.515,64	1.633,76

Legenda:

OR: Órgão Responsável

Área total do Município: Dados dos municípios paulistas e mineiros com base no IBGE 2000, site: www.ibge.gov.br (12/09/2007)

** Dados de demanda hídrica urbana levantados do Quadro 83 e 152 do Relatório Final do Plano de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (2008-2020) elaborado pela COBRAPE (2008).

*** Dados informados à BIOCICLO pelos órgãos responsáveis pelo saneamento ambiental dos municípios do CBH-PCJ em 2010.

¹ Considerando o ponto de captação do município de Atibaia - ATIB 02010

Tabela 5.4. 2: Lodo de ETA quanto a geração - Bacia do PCJ(Cenário II).

CENÁRIO 02													
ESTIMATIVA NA CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA DE GERAÇÃO DE LODO DE ETAS NA BACIA DO PCJ POR SUB-BACIAS.													
SUB-BACIA	ÁREA (km ²)	Demanda Hídrica Urbana (m ³ /s)				Geração de lodo (base seca em ton. SS /mês) em sólidos totais secos				Geração de lodo (base úmida em ton. ST/dia) em sólidos totais desaguados (20% de ST)			
		2008 **	2010 ***	Projeção 2014 **	Projeção 2020 **	2008	2010	Projeção 2014	Projeção 2020	2008	2010	Projeção 2014	Projeção 2020
				Tendencial	Tendencial			Tendencial	Tendencial			Tendencial	Tendencial
Piracicaba	4.144	5,49	5,54	6,09	6,54	3.382,55	3.381,29	3.762,52	4.041,14	563,76	563,55	627,09	673,52
Atibaia *	3.381	6,47	5,79	7,08	7,55	3.072,48	2.750,89	3.362,15	3.585,35	512,08	458,48	560,36	597,56
Jaguari	2.993	1,65	1,53	1,86	2,02	390,89	289,01	365,49	394,15	65,15	48,17	60,91	65,69
Jundiaí	1.661	3,61	2,93	4,03	4,35	2.384,89	1.932,69	2.702,41	2.944,76	397,48	322,11	450,40	490,79
Capivari	1.167	0,80	0,58	0,89	0,99	269,50	177,60	305,09	339,83	44,92	29,60	50,85	56,64
Corumbataí	1.392	0,82	0,90	0,88	0,92	199,19	214,59	212,07	219,64	33,20	35,77	35,34	36,61
Camanducaia	868	0,25	0,27	0,27	0,29	97,99	106,43	105,83	113,67	16,33	17,74	17,64	18,94
TOTAL	15.606	19,1	17,5	21,1	22,7	9.797,49	8.852,50	10.815,56	11.638,53	1.632,92	1.475,42	1.802,59	1.939,76

Legenda:

OR: Órgão Responsável

Área total do Município: Dados dos municípios paulistas e mineiros com base no IBGE 2000, site: www.ibge.gov.br (12/09/2007)

** Dados de demanda hídrica urbana levantados do Quadro 83 e 152 do Relatório Final do Plano de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (2008-2020) elaborado pela COBRAPE (2008).

*** Dados informados à BIOCICLO pelos órgãos responsáveis pelo saneamento ambiental dos municípios do CBH-PCJ em 2010.

² Considerando o ponto de captação do município de Campinas ATIB 02065

Tabela 5.4. 3: Lodo de ETA quanto a geração - Bacia do PCJ(Cenário III).

CENÁRIO 03													
ESTIMATIVA NA CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA DE GERAÇÃO DE LODO DE ETAS NA BACIA DO PCJ POR SUB-BACIAS.													
SUB-BACIA	ÁREA (km ²)	Demanda Hídrica Urbana (m ³ /s)				Geração de lodo (base seca em ton. SS /mês) em sólidos totais secos				Geração de lodo (base úmida em ton. ST/dia) em sólidos totais desaguados (20% de ST)			
		2008 **	2010 ***	Projeção 2014 **	Projeção 2020 **	2008	2010	Projeção 2014	Projeção 2020	2008	2010	Projeção 2014	Projeção 2020
				Tendencial	Tendencial			Tendencial	Tendencial			Tendencial	Tendencial
Piracicaba	4.144	5,49	5,54	6,09	6,54	3.382,55	3.381,29	3.762,52	4.041,14	563,76	563,55	627,09	673,52
Atibaia *	3.381	6,47	5,79	7,08	7,55	3.690,63	3.304,34	4.038,58	4.306,68	615,10	550,72	673,10	717,78
Jaguari	2.993	1,65	1,53	1,86	2,02	390,89	289,01	365,49	394,15	65,15	48,17	60,91	65,69
Jundiaí	1.661	3,61	2,93	4,03	4,35	2.384,89	1.932,69	2.702,41	2.944,76	397,48	322,11	450,40	490,79
Capivari	1.167	0,80	0,58	0,89	0,99	269,50	177,60	305,09	339,83	44,92	29,60	50,85	56,64
Corumbataí	1.392	0,82	0,90	0,88	0,92	199,19	214,59	212,07	219,64	33,20	35,77	35,34	36,61
Camamducaia	868	0,25	0,27	0,27	0,29	97,99	106,43	105,83	113,67	16,33	17,74	17,64	18,94
TOTAL	15.606	19,1	17,5	21,1	22,7	10.415,64	9.405,95	11.491,99	12.359,87	1.735,94	1.567,66	1.915,33	2.059,98

Legenda:

OR: Órgão Responsável

Área total do Município: Dados dos municípios paulistas e mineiros com base no IBGE 2000, site: www.ibge.gov.br (12/09/2007)

** Dados de demanda hídrica urbana levantados do Quadro 83 e 152 do Relatório Final do Plano de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (2008-2020) elaborado pela COBRAPE (2008).

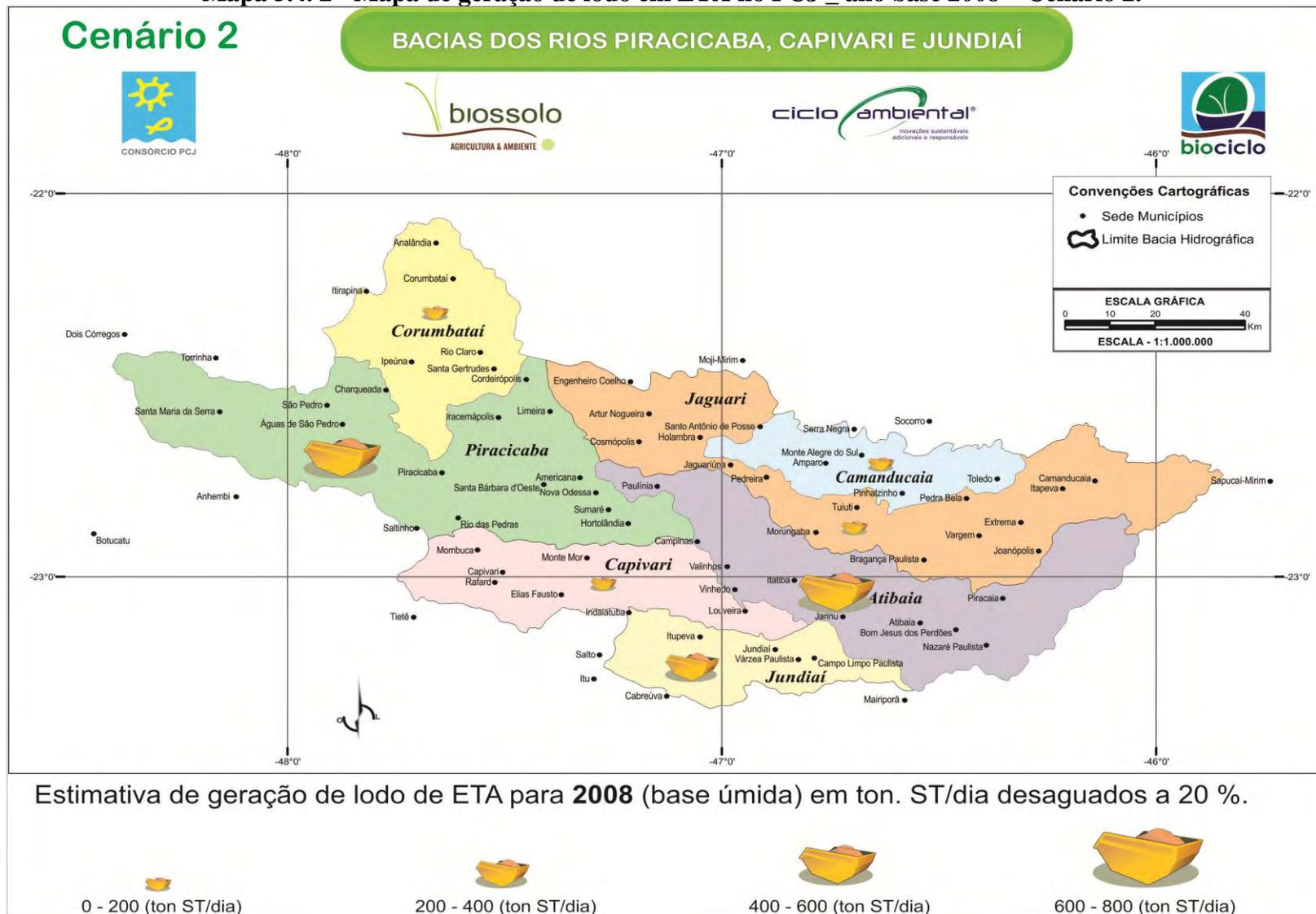
*** Dados informados à BIOCICLO pelos órgãos responsáveis pelo saneamento ambiental dos municípios do CBH-PCJ em 2010.

³ Considerando o ponto de captação do município de Sumaré (ponto não monitorado pela CETESB).

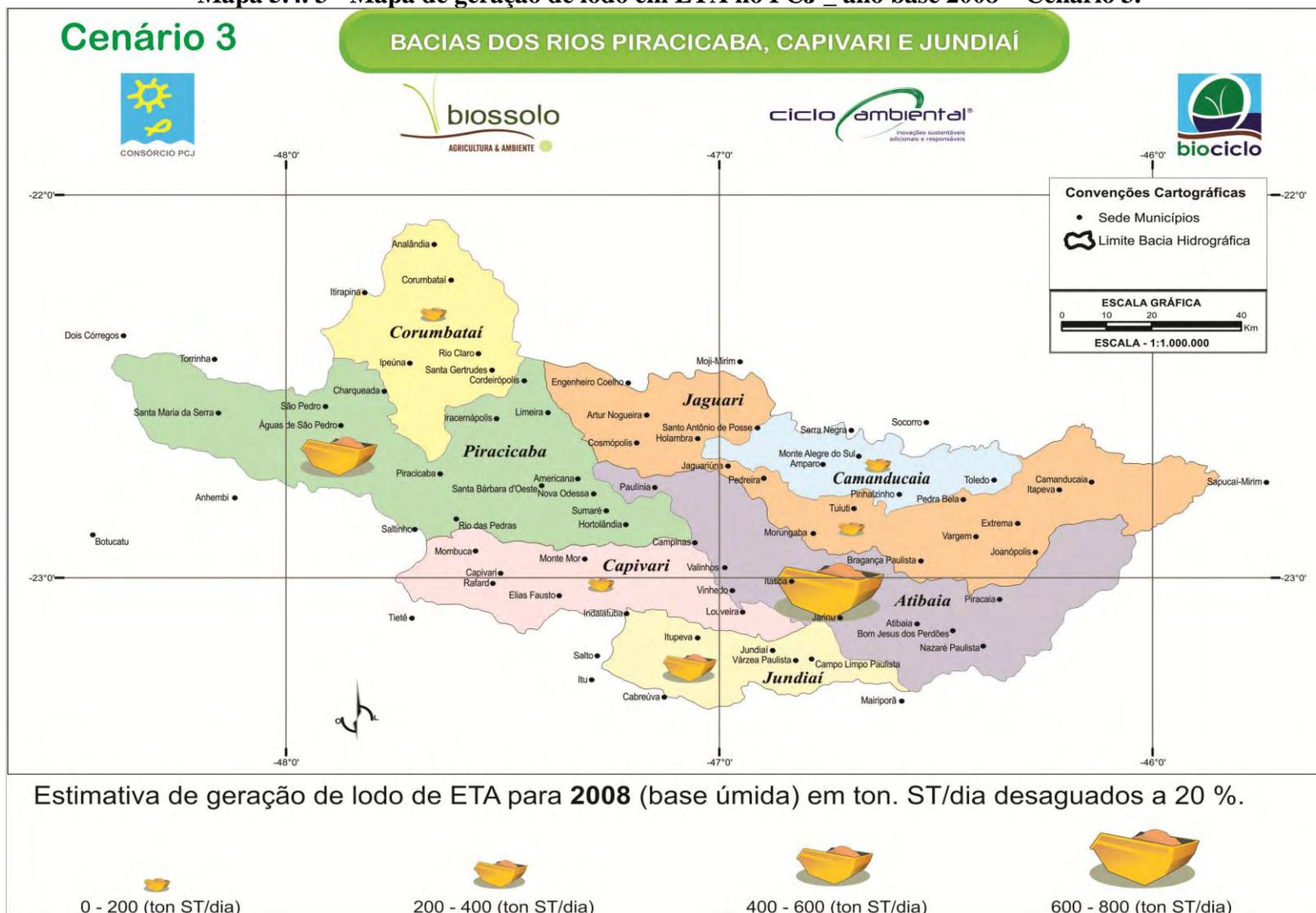
Mapa 5.4. 1 - Mapa de geração de lodo em ETA no PCJ _ ano base 2008 – Cenário 1



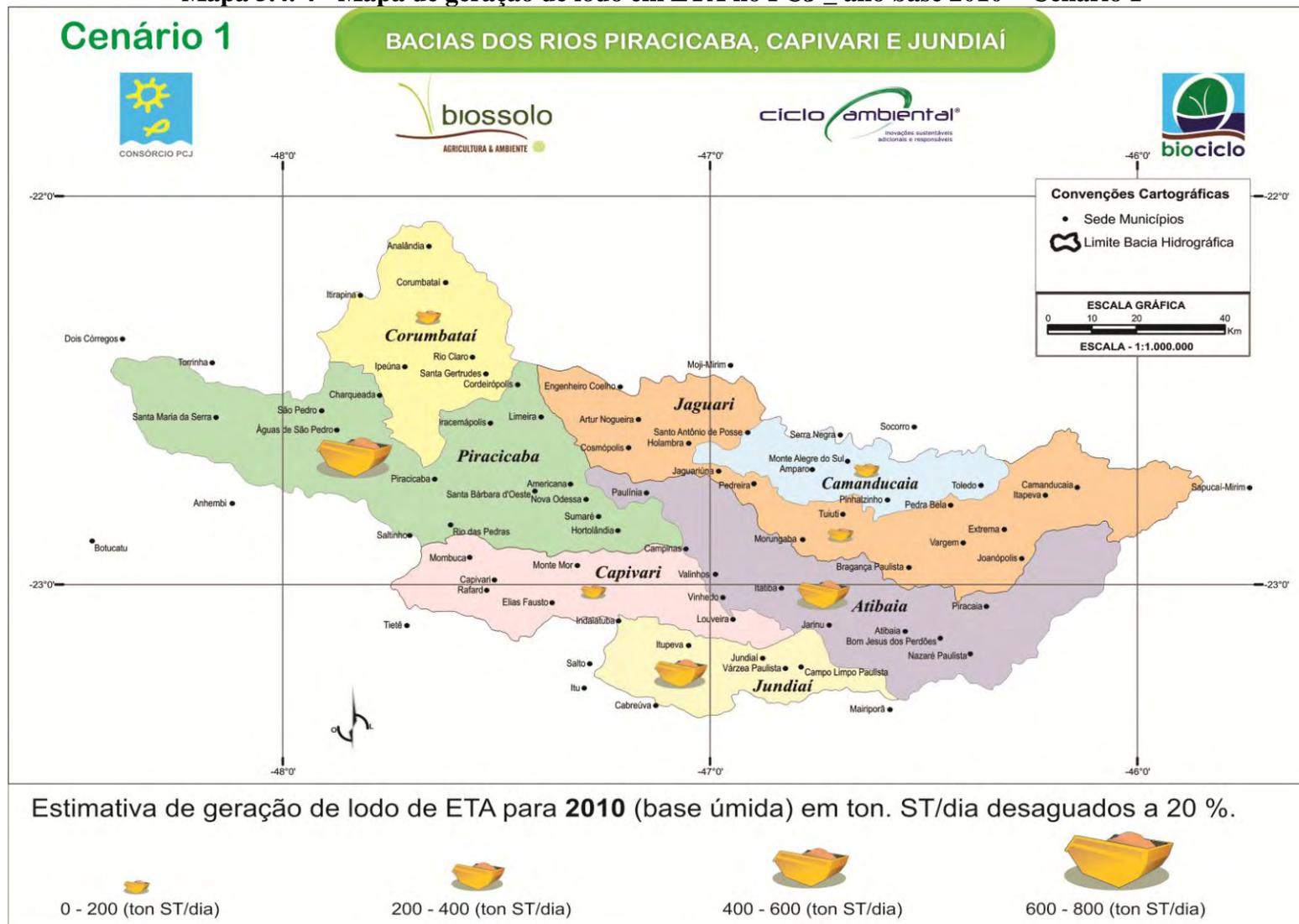
Mapa 5.4. 2 - Mapa de geração de lodo em ETA no PCJ _ ano base 2008 – Cenário 2.



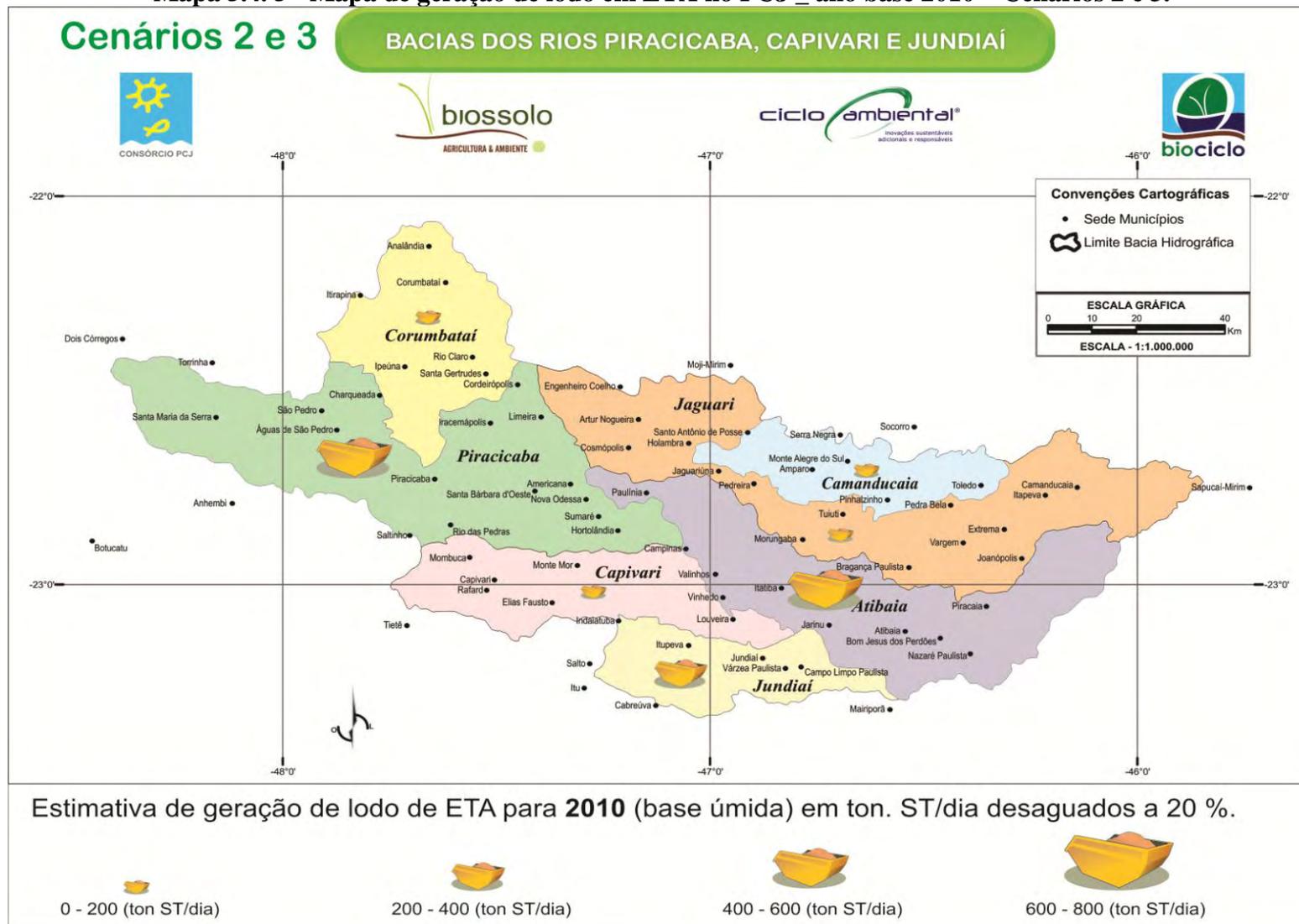
Mapa 5.4. 3 - Mapa de geração de lodo em ETA no PCJ _ ano base 2008 – Cenário 3.



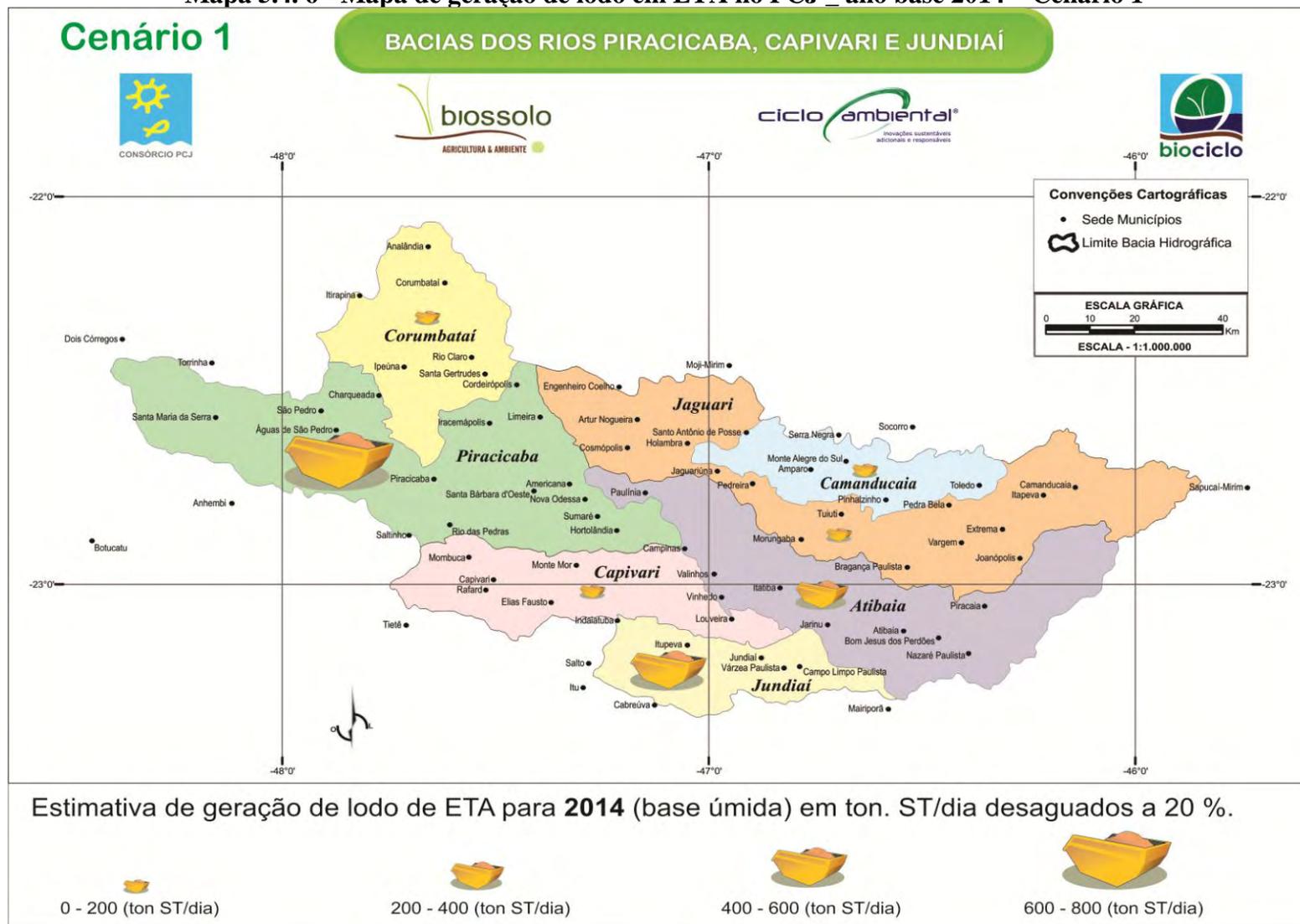
Mapa 5.4. 4 - Mapa de geração de lodo em ETA no PCJ _ ano base 2010 – Cenário 1



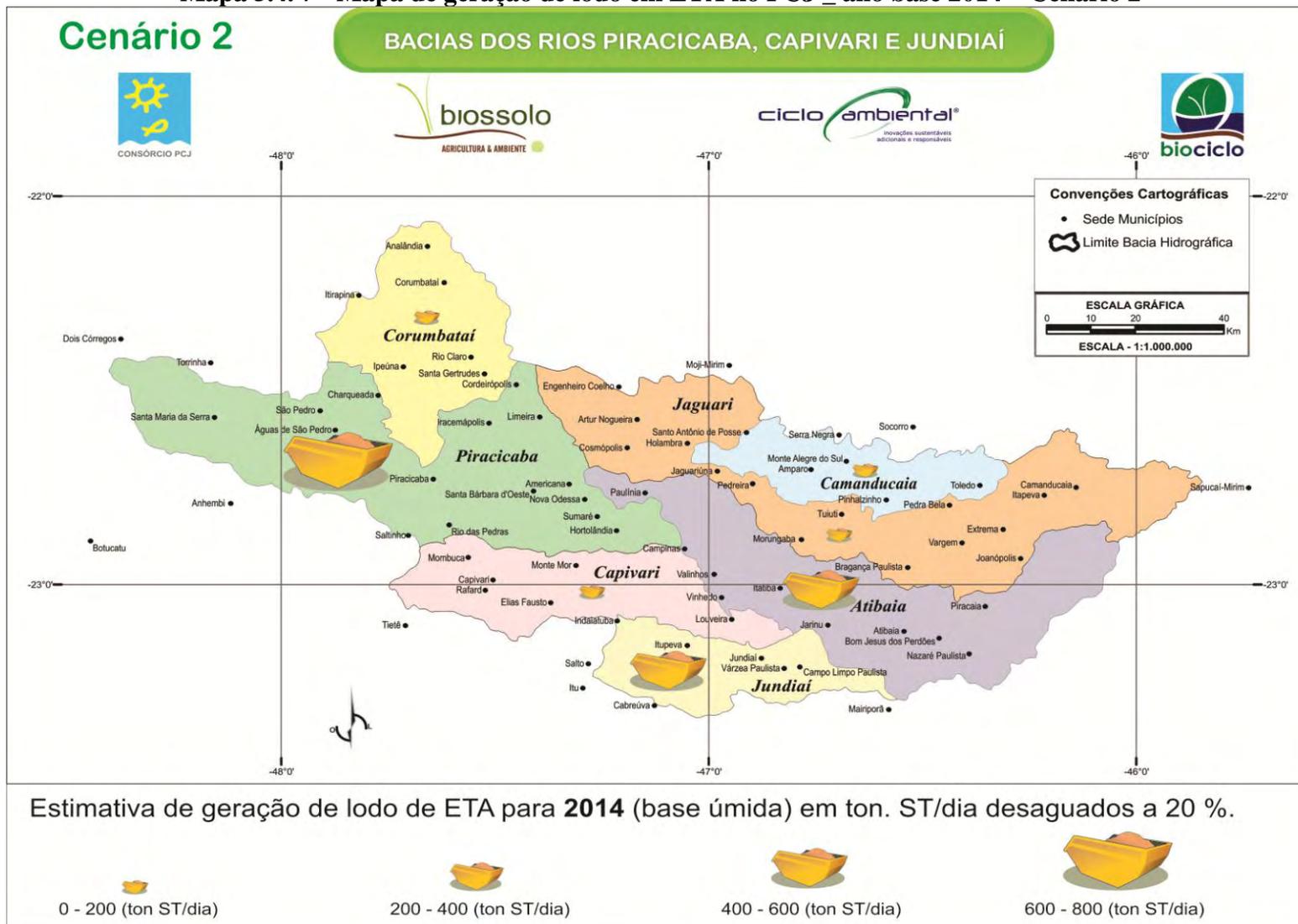
Mapa 5.4. 5 - Mapa de geração de lodo em ETA no PCJ _ ano base 2010 – Cenários 2 e 3.



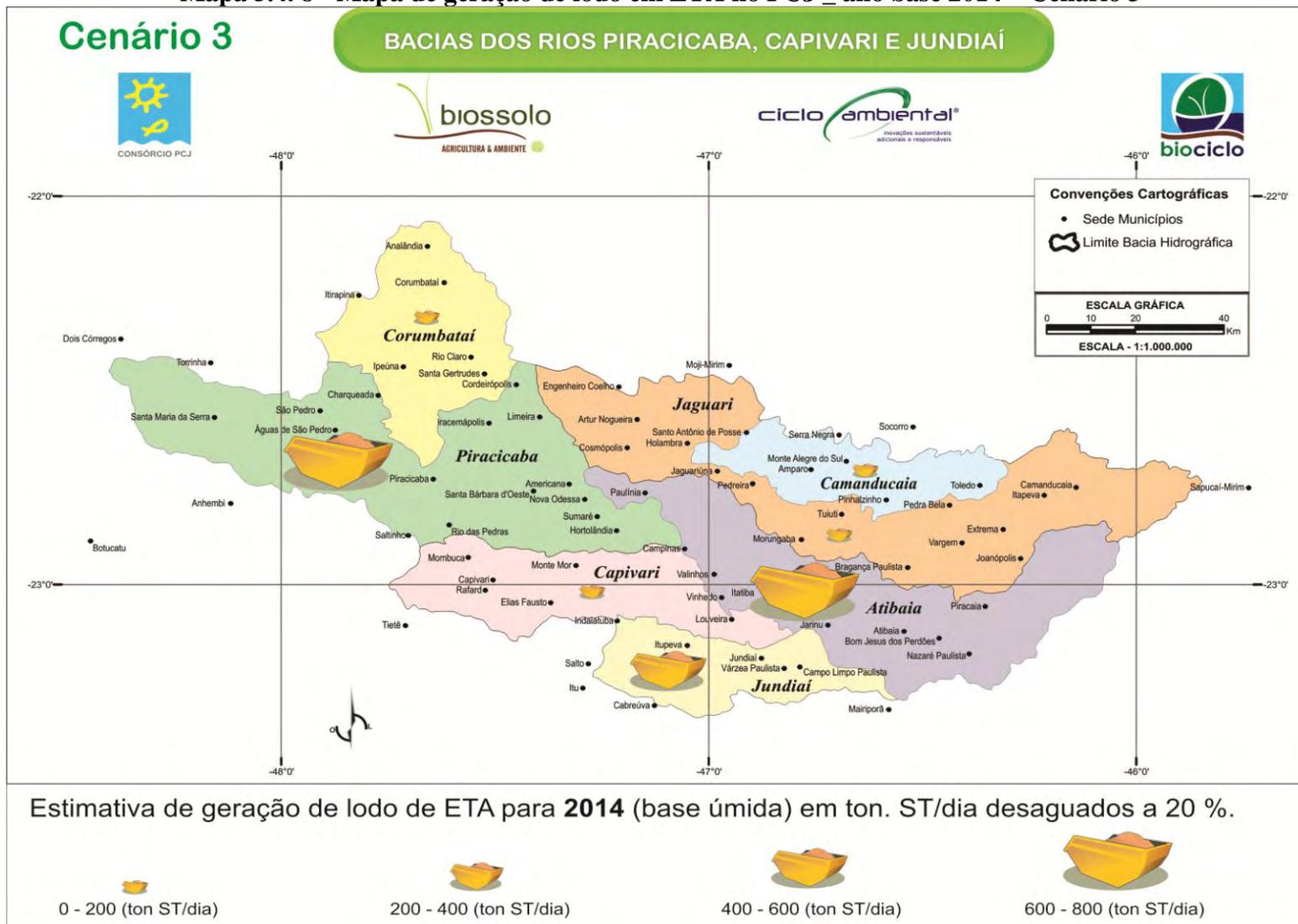
Mapa 5.4. 6 - Mapa de geração de lodo em ETA no PCJ _ ano base 2014 – Cenário 1



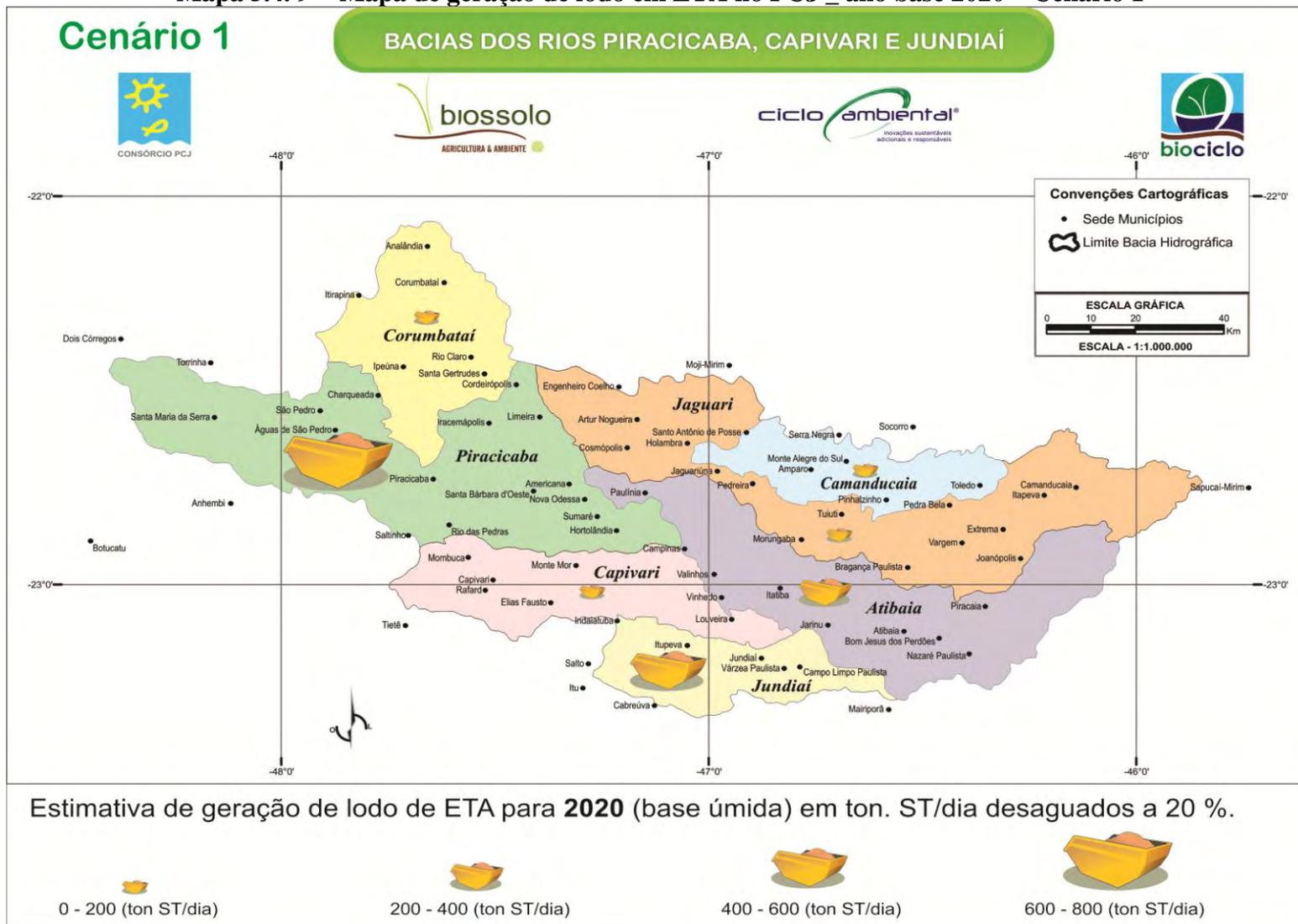
Mapa 5.4. 7 - Mapa de geração de lodo em ETA no PCJ _ ano base 2014 – Cenário 2



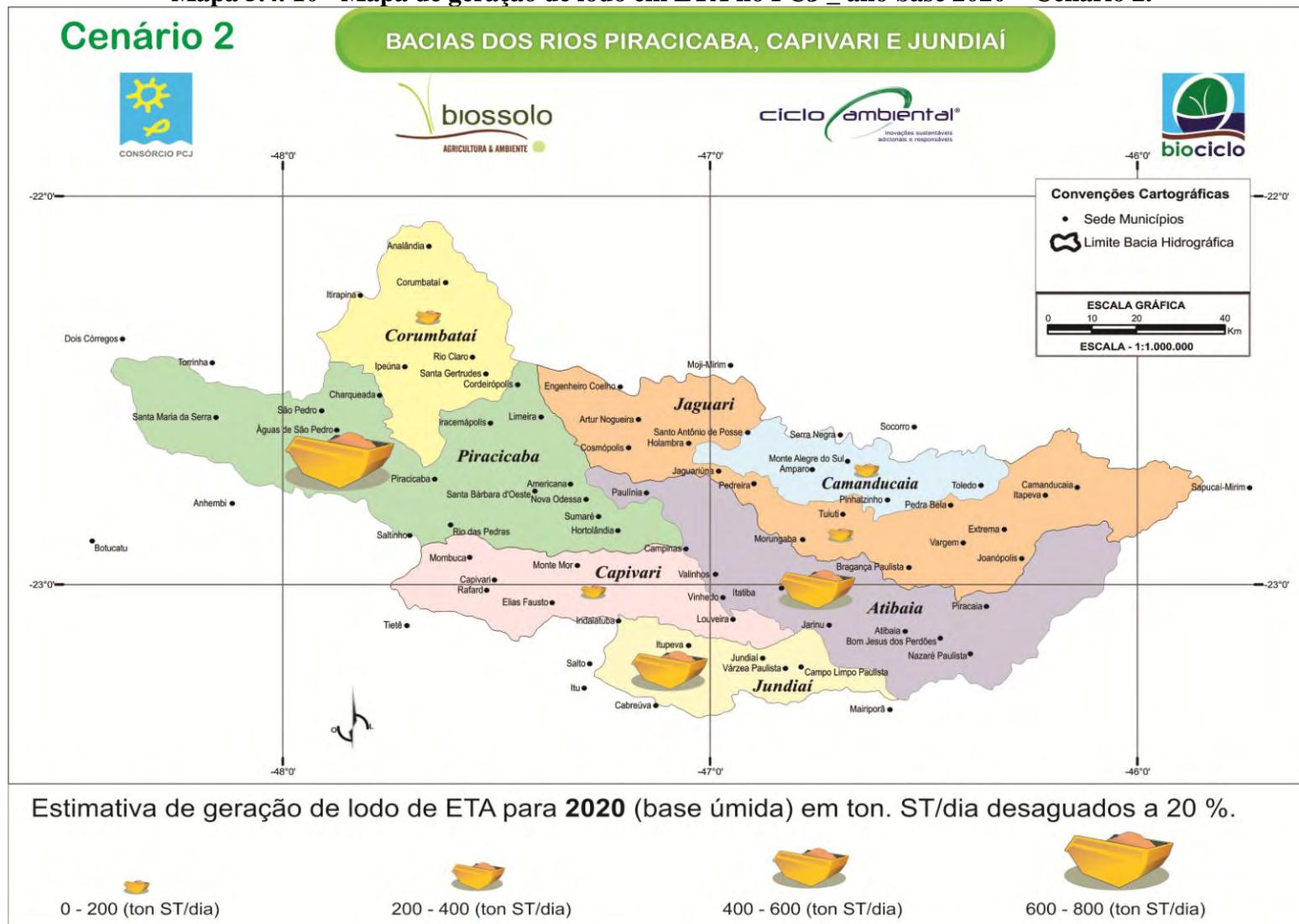
Mapa 5.4. 8 - Mapa de geração de lodo em ETA no PCJ _ ano base 2014 – Cenário 3



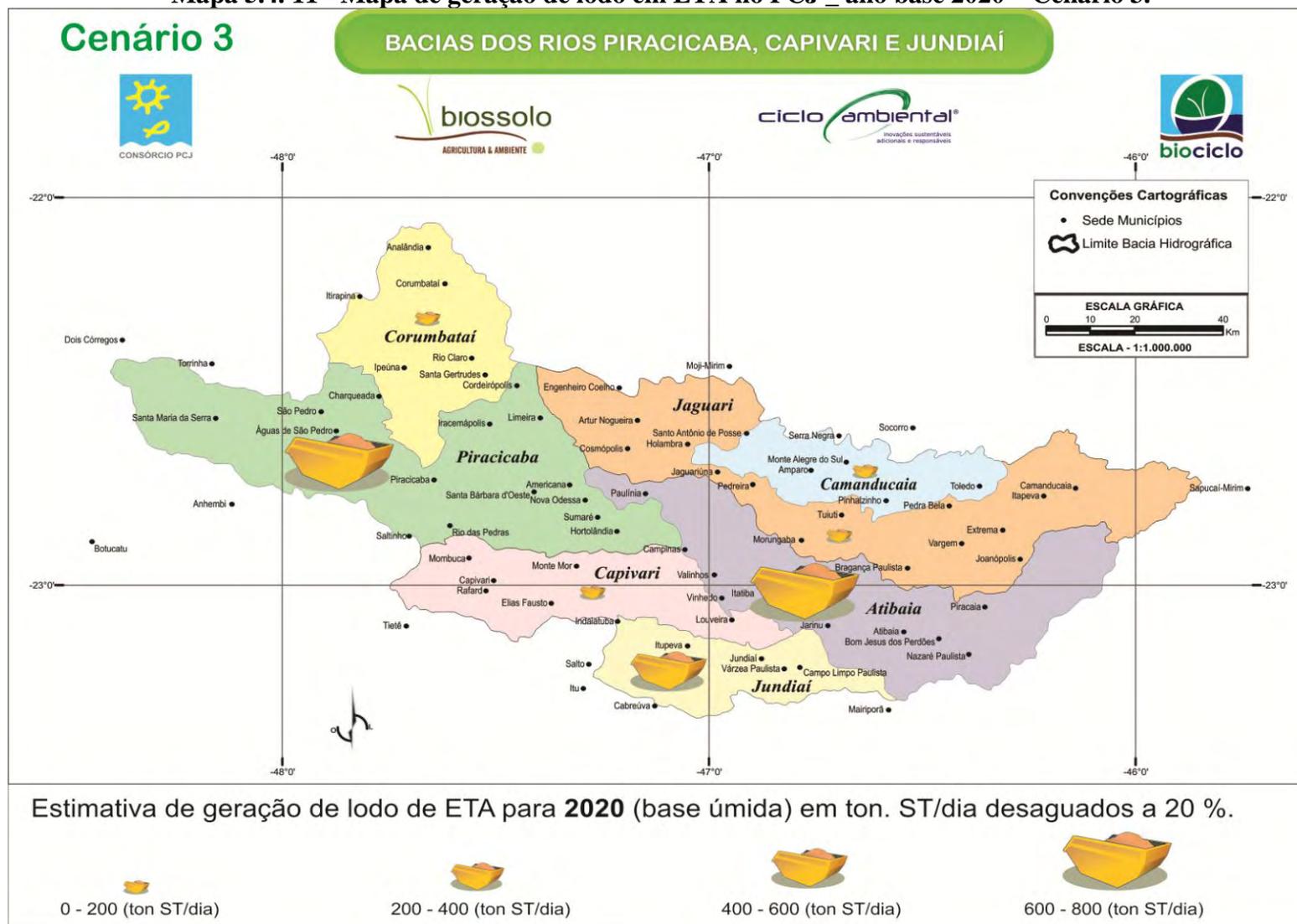
Mapa 5.4. 9 - Mapa de geração de lodo em ETA no PCJ _ ano base 2020 – Cenário 1



Mapa 5.4. 10 - Mapa de geração de lodo em ETA no PCJ _ ano base 2020 – Cenário 2.



Mapa 5.4. 11 - Mapa de geração de lodo em ETA no PCJ _ ano base 2020 – Cenário 3.





2.2. Lodo de ETA – quanto a Caracterização e Destinação.

Em consulta aos serviços de saneamento da bacia do PCJ, através de questionário específico, com a finalidade de levantar dados a respeito da caracterização dos lodos e sua destinação final, obteve-se a tabela 5.4.4, apresentada abaixo.

Conforme se pode confirmar, quando questionados sobre a existência ou não de análise do lodo produzido nas estações de tratamento de água:

- **46,26 %** (em termos populacionais¹) responderam não possuir qualquer tipo de caracterização qualitativa a cerca dos lodos gerados em suas respectivas estações;
- **0,69%** (em termos populacionais¹) informaram que não geram lodo, pois o abastecimento é feito por poços artesianos, ou, como o caso específico do município de Analândia, cujo tratamento não gera lodo;
- **28,73%** (em termos populacionais¹) responderam possuir algum tipo de análise do lodo;
- **24,38%** (em termos populacionais¹) dos dados não foram disponibilizados, ou por municípios que não responderam o questionário, ou por não terem respondidos a essa questão específica.

Tabela 5.4. 4 - Serviços que possuem análise de lodo – aferidos em população relativa.

População relativa com análise de lodo.	Habitantes
População Total do PCJ em 2010¹.	4.965.329
População relativa atendida por serviços que não possuem análise de lodo	2.297.217
População relativa atendida por serviços que não geram lodo	34.016
População relativa atendida por serviços que não disponibilizaram dados	1.210.585
População relativa atendida por serviços possuem algum tipo de análise do lodo	1.426.484

Sobre a destinação atual do lodo, ainda analisado sob a ótica da população total do PCJ em 2010 e as populações relativas, obtém-se o seguinte cenário:

- **56,03 %** (em termos populacionais¹) destinam o lodo para algum corpo receptor como rio, córrego, ribeirão, etc;
- **20,64 %** (em termos populacionais¹) destinam o lodo para aterros;
- **6,43%** (em termos populacionais¹) enviam o lodo de ETA para tratamento na ETE, seja por caminhão limpa- fossa seja por emissário, ou ainda pelo sistema de esgotamento sanitário.
- **0,69 %** (em termos populacionais¹) são os sistemas que não geram lodo acrescido das cidades abastecidas por poços artesianos.

¹Considerando os dados populacionais do SEADE 2010 para os municípios paulistas e dados do IBGE 2010 para os municípios mineiros.



Relatório Parcial III - 26|113

- **0,04 %** (em termos populacionais¹) são os sistemas que possuem outras formas de destinação do lodo.
- **15,17 %** (em termos populacionais¹) são os dados indisponíveis, que abrangem tanto os municípios que não responderam o questionário como os municípios que não responderam a essa questão específica.

Cabe uma ressalva ao município de Nova Odessa, que com uma população² de 50.440 habitantes corresponde a **1,02 %** em termos relativos e possui uma solução integrada, onde parte do lodo de ETA é enviado a aterro sanitário e parte é utilizado em experiências na fabricação de tijolos e no uso em agricultura.

A Erro! Fonte de referência não encontrada. traz esses percentuais em números de habitantes.

Tabela 5.4. 5 - Destinação Atual do lodo de ETA.

População relativa por tipo de tratamento dado ao lodo	Habitantes
População Total do PCJ em 2010 ².	4.965.329
População relativa atendida por serviços que enviam o lodo para aterro	1.024.602
População relativa atendida por serviços que enviam o lodo para ETE	319.069
População relativa atendida por serviços que enviam o lodo para corpo receptor	2.781.919
População relativa atendida por serviços que não geram lodo	34.016
População relativa atendida por serviços que dão outro tipo de destino ao lodo	2.093
Município de Nova Odessa	50.440
População relativa atendida por serviços que não disponibilizaram dados.	753.191

Os 753.191 habitantes relativos que não disponibilizaram os dados (ou não responderam a essa questão específica) pertencem a 15 municípios. São eles: Águas de São Pedro, Camanducaia, Campinas (ETA's 1 e 2), Charqueada, Extrema, Ipeúna, Itapeva, Jundiaí, Pedra Bela, Pedreira, Rio das Pedras, Santo Antônio de Posse, São Pedro e Toledo. Em visita técnica realizada pela equipe Biociclo, contatou-se que em quase 100 % dos casos o lodo das ETAs (quando existente) é destinado a algum corpo d'água, se incorporados ao dado total, obtém-se um valor acima de 70% de população relativa, com o lodo sendo enviado a algum corpo d'água.

A Erro! Fonte de referência não encontrada., apresenta a relação completa dos 62 municípios e sua situação sobre a existência ou não caracterização do lodo, além do destino atual do lodo.

Tabela 5.4. 6 - Serviços de tratamento de água que possuem análise de lodo.

CIDADE	NOME DO SISTEMA	POSSUI ANALISE DO LODO? QUAIS?	QUAL O DESTINO DO LODO?	
1	A. DE S. PEDRO	ETA DE AGUAS DE SÃO PEDRO	NÃO	D.I.
2	AMERICANA	ETA I - CORDENONSI	D.I.	3
	AMERICANA	ETA II - CORDENONSI	D.I.	3
3	AMPARO	ETA II	NÃO	3 , RIO CAMANDUCAIA
	AMPARO	ETA I	NÃO	3 , RIO CAMANDUCAIA
	AMPARO	ETA III - TRÊS PONTES	NÃO	3 , RIO CAMANDUCAIA
	AMPARO	ETA IV - SUBDISTRITO DE ARCADAS	NÃO	3 , CÓRREGO DO MOSQUITO
4	ANALÂNDIA	WETLLANDS - SOLOS FILTRANTES	NÃO GERA LODO	
5	ARTUR NOGUEIRA	REPRESA COTRINS	NÃO	4 , REDE DE ESGOTO
	ARTUR NOGUEIRA	RIBEIRÃO BOA VISTA (OU POQUINHA)	NÃO	4 , REDE DE ESGOTO
6	ATIBAIA	ETA CENTRAL	NÃO	3,CÓR ITAPETINGA (340.683,21ME 7442.272,11MS)
	ATIBAIA	ETA CEREJEIRAS	NÃO	3, CÓR FOLHA LARGA (337.121.19ME 7.442.38)
	ATIBAIA	ETA PORÃO	NÃO	3, CÓR DOS PINTOS (338.090,67ME 7.430.977,81MS)
7	BOM JESUS PERDÕES	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	D.I.	3
8	BRAGANCA PAULISTA	ETA SALVADOR MARCKOWICZ	D.I.	2
9	CABREUVA	ETA CABREÚVA (SEDE)	NÃO	3
	CABREUVA	ETA CAMPO LIMPO PAULISTA	NÃO	3
10	CAMANDUCAIA	D.I.	D.I.	D.I.
11	CAMPINAS	ETA'S 1 E 2	NÃO	D.I.
	CAMPINAS	ETAS 3 E 4	SIM	1
	CAMPINAS	RIO CAPIVARI	D.I.	3, RIO CAPIVARI (N 7454483,192 - E 284885,286)



Relatório Parcial III - 28|113

CIDADE	NOME DO SISTEMA	POSSUI ANALISE DO LODO? QUAIS?	QUAL O DESTINO DO LODO?	
12	C. L. PAULISTA	ETA CAMPO LIMPO PAULISTA	NÃO	3
	C. L. PAULISTA	ETA CAMPO LIMPO PAULISTA II	NÃO	3
13	CAPIVARI	ETA II "MOUZAT DO PRADO"	NÃO	3, RIBEIRÃO
	CAPIVARI	ETA I "ALCINDO GATTI"	NÃO	3, RIO CAPIVARI
14	CHARQUEADA	D.I.	D.I.	D.I.
15	CORDEIRÓPOLIS	ETA	NÃO	3 , 22.29.00.35 S 47.27.06.64 O
16	CORUMBATAÍ	ETA	NÃO	4 , SOB SOLO
17	COSMÓPOLIS	ETA 1 RIO PIRAPITINGUI	D.I.	3
	COSMÓPOLIS	ETA 2 - VILA COSMO	D.I.	3
18	ELIAS FAUSTO	Município operado com poços. Não há ETA e, portanto não há lodo.		
19	EXTREMA	D.I.	D.I.	D.I.
20	HOLAMBRA	ETA HOLAMBRA	D.I.	4 , EMISSÁRIO DE ESGOTO PARA ETE
21	HORTOLÂNDIA	ETA BOA ESPERANÇA	NÃO	3
22	INDAIATUBA	ETA I - COMPLEXO VILA AVAÍ	NÃO	3 ,CÓRREGO DO BARNABÉ -UTM N 7.441,37;E271,39
	INDAIATUBA	ETA III - PIMENTA	NÃO	3 , RIO JUNDIAÍ-N 7.439,43;E 272,92
	INDAIATUBA	ETA IV - JARDIM BRASIL	NÃO	3 , RIO CAPIVARI MIRIM N 7.449,12; E 281,72
	INDAIATUBA	ETA V - MORADA DO SOL	NÃO	3 , CÓRREGO DO BARNABÉ N 7.441,37; E 271,39
23	IPEÚNA	D.I.	D.I.	D.I.
24	IRACEMÁPOLIS	ETA - IRACEMÁPOLIS	D.I.	3 , RIBEIRÃO CACHOEIRINHA
25	ITAPEVA	D.I.	D.I.	D.I.
26	ITATIBA	ETA ITATIBA	SIM	4 , Será enviado para a ETE.
27	ITUPEVA	ETA LAGOA (ITUPEVA)	NÃO	3
	ITUPEVA	ETA SAO JOSE	NÃO	1



Relatório Parcial III - 29|113

CIDADE	NOME DO SISTEMA	POSSUI ANALISE DO LODO? QUAIS?	QUAL O DESTINO DO LODO?	
28	JAGUARIÚNA	ETA CENTRAL	D.I.	4 , CAMINHÃO LIMPA FOSSA TRANSPORTE ETA P/ETE
	JAGUARIÚNA	ETA II	NÃO	4 , ETE
29	JARINU	ETA JARINU	NÃO	3
30	JOANOPOLIS	ETA JOANOPOLIS	D.I.	3
31	JUNDIAI	ETA ELOY CHAVES	D.I.	D.I.
	JUNDIAI	ETA ANHANGABAÚ	D.I.	D.I.
32	LIMEIRA	ETA	SIM	3,CÓRREGO PQ.HIPÓLITO (7.502,51KMN/256,51KME)
33	LOUVEIRA	ETA 1	NÃO	3 , RIO CAPIVARI (N 7445,20 E 300,83 M.C 45)
34	MOMBUCA	Município operado com poços. Não há ETA e, portanto não há lodo.		
35	MONTE ALEGRE DO SUL	ETA	NÃO	3 , 7491,47 N 327,11 E
36	MONTE MOR	ETA MONTE MOR	SIM	1
37	MORUNGABA	ETA MORUNGABA	NÃO	3
38	NAZARE PAULISTA	ETA NAZARÉ PAULISTA	D.I.	3
39	NOVA ODESSA	CIA DE DESENV. DE NOVA ODESSA	SIM	1 ,4 ATERRO E EXPER COM TIJOLO E PLANTAÇÃO
40	PAULÍNIA	ETA PAULÍNIA	NÃO	3
41	PEDRA BELA	D.I.	D.I.	D.I.
42	PEDREIRA	D.I.	D.I.	D.I.
43	PINHALZINHO	ETA PINHALZINHO	D.I.	3
44	PIRACAIA	ETA PIRACAIA	D.I.	3
	PIRACAIA	ETA PIRACAIA II	D.I.	3
45	PIRACICABA	ETA 02	NÃO	3 , RIO PIRACICABA
	PIRACICABA	ETA 01	NÃO	3 , RIO PIRACICABA
	PIRACICABA	ETA 03 CAPIM FINO	SIM	3 , RIO CORUMBATAÍ



Relatório Parcial III - 30|113

CIDADE	NOME DO SISTEMA	POSSUI ANALISE DO LODO? QUAIS?	QUAL O DESTINO DO LODO?	
	PIRACICABA	ETA ANHUMAS	NÃO	3
46	RAFARD	Município operado com poços. Não há ETA e, portanto não há lodo.		
47	RIO CLARO	ETA II	NÃO	1
	RIO CLARO	ETA I	NÃO	3, CÓR LAVAPÉS (N=7.520.210 / E=237.260)
48	RIO DAS PEDRAS	D.I.	D.I.	D.I.
49	SALTINHO	ETA LUIZ DELFINE	D.I.	3 , 222316 E ; 7471264 S
50	SALTO	ETA BELA VISTA	NÃO	3, Rio Tietê
	SALTO	ETA JOÃO JABOUR	NÃO	3, Rio Tietê
	SALTO	ETA NACÕES	NÃO	3, Rio Tietê
51	S.B. O	ETA I	SIM	3
	S.B. O	ETA II	SIM	3
	S.B. O	ETA III	SIM	3
	S.B. O	ETA IV	SIM	3
52	STA GERTRUDES	SECRETARIA DE SANEAMENTO BÁSICO	NÃO	3, Córrego Santa Gertrudes e Cajú à Juns. Cap.
53	SANTA MARIA DA SERRA	Município operado com poços. Não há ETA e, portanto não há lodo.		
54	S.A. P	D.I.	D.I.	D.I.
55	SÃO PEDRO	D.I.	D.I.	D.I.
56	SUMARÉ	ETA - 1	NÃO	3
	SUMARÉ	ETA - 2	NÃO	3
57	TOLEDO	D.I.	D.I.	D.I.
58	TUIUTI	Município operado com poços. Não há ETA e, portanto não há lodo.		
59	VALINHOS	ETA-I	NÃO	3
	VALINHOS	E.T.A. II	D.I.	3,RIB PINHEIROS X=297305.7677Y=7461270.0551



Relatório Parcial III - 31|113

CIDADE		NOME DO SISTEMA	POSSUI ANÁLISE DO LODO? QUAIS?	QUAL O DESTINO DO LODO?
60	VARGEM	ETA VARGEM	D.I.	3
61	VÁRZEA PAULISTA	ETA PALMEIRAS	NÃO	3
	VÁRZEA PAULISTA	ETA FELICIDADE	NÃO	3
62	VINHEDO	ETA I	NÃO	3, RIBEIRÃO DOS PINHEIROS
	VINHEDO	ETA II - SANTA CANDIDA	NÃO	3, CÓRREGO LOCAL (AFLUENTE DO RIO CAPIVARI)
LEGENDAS: D.I. = Dados Indisponíveis S.B.O = Santa Bárbara D'Oeste S.A.P. = Santo Antônio de Posse C. L. PAULISTA = Campo Limpo Paulista				1 - Aterro 2 - Sistema de esgotamento sanitário + ETE 3 - Corpo receptor (Rio, lago, etc) 4 - Outros

Os municípios que possuem análise do lodo de ETA são apresentados abaixo, bem como algumas observações pertinentes. Dentre os que possuem análises apenas alguns serviços de saneamento encaminharam as respectivas análises ao consórcio Biociclo e essas estão apresentadas no Anexo 01-A:

Tabela 5.4. 7 - Municípios que enviaram as análises.

CIDADE	NOME DO SISTEMA	ANALISE	OBSERVAÇÕES
CAMPINAS	ETAS 3 E 4	NBR 10.004:2004	Análise está apresentada em Anexo.
ITATIBA	ETA ITATIBA	Metais Pesados	Foi solicitada a cópia da análise, porém o município não enviou.
LIMEIRA	ETA - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	OD,Temp,pH,Fe Al(Diss e Tot)DQO,DBO	Foi solicitada a cópia da análise, porém o município não enviou.
MONTE MOR	ETA MONTE MOR	NBR 10.004/2004 / Metais Pesados	Análise está apresentada em Anexo.
NOVA ODESSA	CODEN	P 4230/CNM 375 / NBR 10.004/2004	Análise está apresentada em Anexo.
PIRACICABA	ETA 03 CAPIM FINO	NBR 10.004/2004	Em contato com o Semaepiracicaba, fomos informados que as análises realizadas são todas de amostras horárias que serviram para elaboração de estudos, ou seja não são de amostras oriundas de tratamento, portanto não representam a qualidade do lodo.
SBO	ETA I	NBR 10.004/2004	Análise está apresentada em Anexo.
SBO	ETA II	NBR 10.004/2004	Análise está apresentada em Anexo.
SBO	ETA III	NBR 10.004/2004	Análise está apresentada em Anexo.
SBO	ETA IV	NBR 10.004/2004	Análise está apresentada em Anexo.

Legenda

SOB : Santa Bárbara D'Oeste .

O município de Rio Claro , embora tenha respondido no questionário não possui nenhuma análise do lodo de ETA, quando solicitado, nos enviou as análises , que assim como as demais estão apresentadas no Anexo 01-A.Como é possível verificar nas análises apresentadas, todas as amostras possíveis de classificação foram qualificadas como **Classe II A – Não Inerte.**



Relatório Parcial III - 33|113

A fim de enriquecer a discussão apresenta-se a seguir o estado da arte (PROSAB, 1999), sobre as características gerais dos resíduos gerados em decantadores de Estações de Tratamento de Água Completas, que aponta que essas características podem ser bastante variadas, em função, principalmente de parâmetros como a qualidade da água bruta, a dosagem de produtos químicos utilizados, a forma de limpeza dos decantadores, entre outros.

A ausência de dados sobre a caracterização não tradicional dos sólidos presentes no lodo (tamanho, distribuição das partículas, resistência específica, compressibilidade, etc.) e mesmo da caracterização tida como tradicional na engenharia sanitária figuram em um grande problema na tratativa deste resíduo, pois os dados são escassos e quando existem tem pouca divulgação.

A Tabela 5.4.8. apresenta um resumo de alguns parâmetros, segundo alguns autores, registrados na literatura. Pode-se verificar que esses dados mostram-se bastante variados, deixando evidente a diversidade deste resíduo.

Tabela 5.4. 8 - Características dos lodos gerados em ETAs.

Autor/Ano	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	pH	ST (mg/L)	SV (mg/L)	SS %ST
Neubauer (1968)	30 a 150	500 a 15.000	6,0 a 7,6	1.100 a 16.000	20% a 30%	–
Sutherland (1969)	100 a 232	669 a 1.100	7,0	4.300 a 14.000	25%	80%
Bugg (1970)	380	1.162 a 15.800	6,5 a 6,7	4.380 a 28.580	20%	–
Albrecht (1972)	30 a 100	500 a 10.000	5,0 a 7,0	3.000 a 15.000	20%	75%
Culp (1974)	40 a 150	340 a 5.000	7,0	–	–	–
Nilsen (1974)	100	2.300	–	10.000	30%	–
Singer (1974)	30 a 300	30 a 5.000	–	–	–	–
Cordeiro (1981)	320	5.150	6,5	81.575	20,7%	–
Vidal (1990)	449	3.487	6,0 a 7,4	21.972	15%	–
Vidal (1990)	173	1.776	6,7 a 7,1	6.300	73%	–
Cordeiro (1993)	–	5.600	6,4	30.275	26,3%	–
Patrizze (1998)	–	–	5,55	6.112	19%	–
Patrizze (1998)	–	–	6,8	6.281	–	–

Fonte: Cordeiro²

² CORDEIRO, J.S. (1993) *O problema dos lodos gerados em decantadores de estações de tratamento de água*. São Carlos. 343p. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.



2.3. Lodo de ETE – quanto a Geração.

Após consulta aos serviços de saneamento e a constatação da imprecisão dos dados referentes a geração de lodo em ETES na bacia do PCJ, obteve-se por quantificar o lodo embasado em dados disponíveis na literatura. Para tanto utilizou-se dos valores em gramas de Sólidos Suspensos Totais por habitante por dia de cada concepção tecnológica existente nos municípios onde há tratamento de esgoto.

Para os municípios onde os dados não estavam disponíveis ou onde não há tratamento de esgoto, adotou-se como linha de base em termos de concepção tecnológica, o sistema de tratamento combinado, ou seja, sistemas de tratamento aeróbio prosseguido de sistemas de tratamento anaeróbio, notadamente, o sistema de Reator Aneróbio de Fluxo Ascendente (RAFA) + Lodos Ativados por Aeração Prolongada (LAP) onde a literatura estabelece empiricamente uma geração de 22-30 g SST/hab.dia.

Para os dados populacionais para o ano de 2008 considerou a população urbana de acordo o apresentado no Relatório Final do Plano de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari (2008-2020), elaborado pela COBRAPE, bem como os índices de coleta e tratamento deste mesmo ano. Dessa forma chegou-se a uma população relativa de esgoto coletado e tratado, dado esse que foi multiplicado pelo fator de geração de esgoto de acordo com a concepção tecnológica adotada por cada município.

Para o ano de 2010 foram utilizados os dados de população e vazão obtidos através do levantamento de dados efetuado pelo Consórcio BIOCICLO.

Nos casos em que esse método não foi possível, utilizou-se os dados populacionais do SEADE 2010 para municípios paulistas e IBGE 2010 para municípios mineiros, considerando o percentual de coleta e tratamento de 2008 apresentados no Relatório Final do Plano de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (2008-2020) elaborado pela COBRAPE (2010).

Para o horizonte 2014 e 2020 utilizou-se das projeções populacionais, considerando o cenário tendencial. Para o cálculo da população relativa utilizou-se os índices de coleta e tratamento que se almeja para os anos bases, considerando a alocação de recursos estimados. Ambas as estimativas foram elaboradas pela COBRAPE e estão presentes no Relatório Final do Plano de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (2008-2020).

A projeção de geração de lodo foi feita multiplicando-se o número de habitantes relativo com esgoto coletado e tratado versus a taxa de geração de lodo por concepção tecnológica adotada por cada município.



Relatório Parcial III - 36|113

A tabela 5.4.9 apresentada a seguir traz uma síntese do que se espera em termos de geração de lodo de estações de tratamento de esgoto para os anos 2008, 2010, 2014 e 2010 para a bacia do PCJ, bem como os mapas.

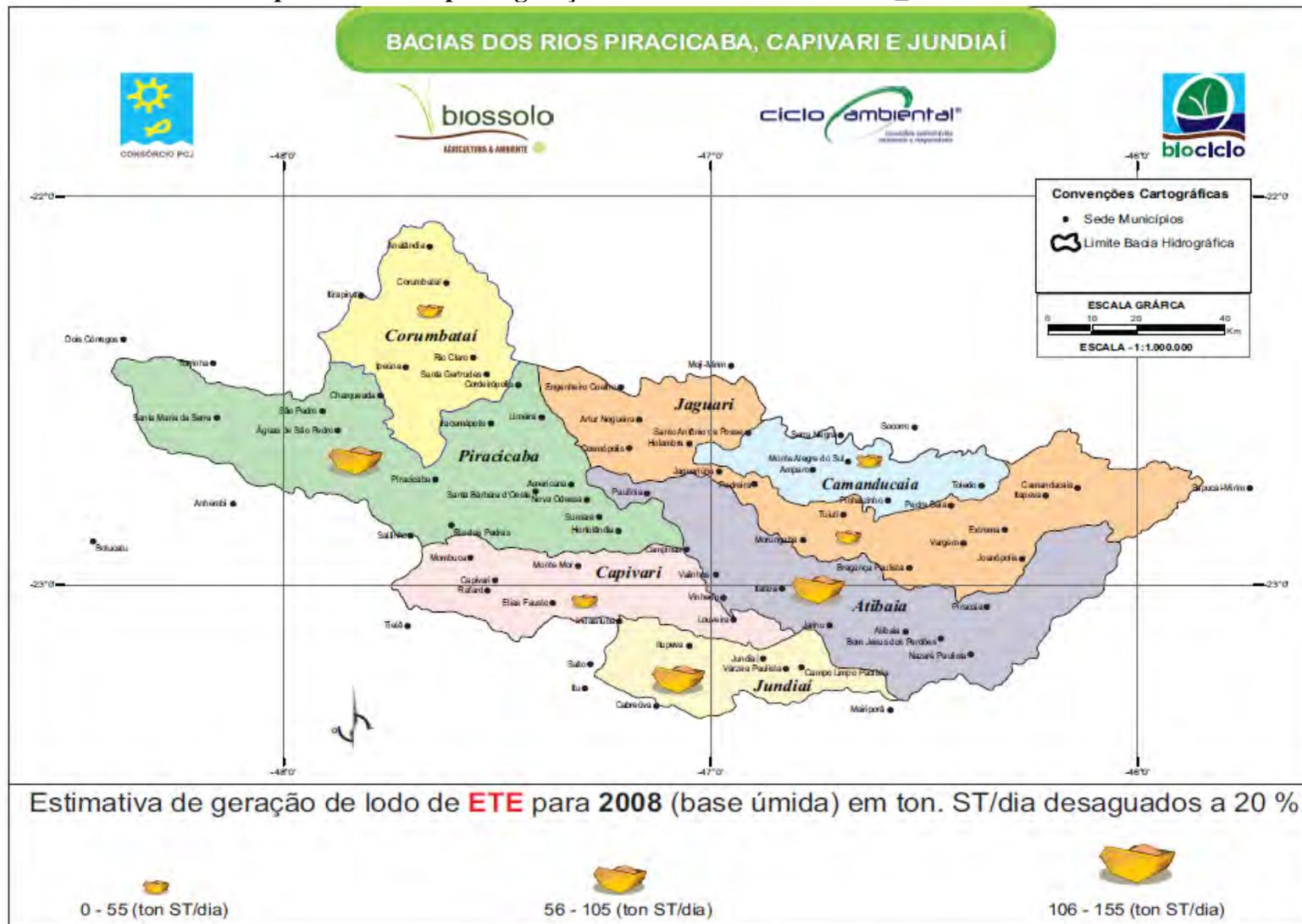


Relatório Parcial III - 37|113

Tabela 5.4. 9 - Lodo de ETE quanto a geração - Bacia do PCJ.

ESTIMATIVA NA CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA DE GERAÇÃO DE LODO DE ETAS NA BACIA DO PCJ POR SUB-BACIAS.														
SUB-BACIA	GERAÇÃO DE LODO (g de SST/DIA)							Geração de lodo (base úmida em ton. ST/dia) em sólidos totais desaguados (20% de ST)						
	2008		2010	Projeção Tendencial 2014		Projeção Tendencial 2020		2008		2010	Projeção Tendencial 2014		Projeção Tendencial 2020	
	Limite Inferior	Limite Superior		Limite Inferior	Limite Superior	Limite Inferior	Limite Superior	Limite Inferior	Limite Superior		Limite Inferior	Limite Superior	Limite Inferior	Limite Superior
Piracicaba	13.151.113	15.973.793	18.351.658	24.309.283	29.052.159	40.523.120	48.595.866	65,76	79,87	91,76	121,55	145,26	202,62	242,98
Atibaia	17.617.745	20.880.791	24.242.834	25.556.827	30.058.200	36.619.107	42.921.860	88,09	104,40	121,21	127,78	150,29	183,10	214,61
Jaguari	518.697	620.546	1.631.968	5.202.024	6.945.539	7.859.804	10.420.424	2,59	3,10	8,16	26,01	34,73	39,30	52,10
Jundiá	15.122.661	17.279.964	24.445.985	23.027.596	27.072.173	26.832.814	31.569.392	75,61	86,40	122,23	115,14	135,36	134,16	157,85
Capivari	4.527.435	5.938.562	5.642.510	6.708.781	8.664.388	9.731.791	12.663.010	22,64	29,69	28,21	33,54	43,32	48,66	63,32
Corumbatai	1.035.434	1.409.467	1.223.164	2.821.009	3.839.641	3.219.038	4.381.373	5,18	7,05	6,12	14,11	19,20	16,10	21,91
Camanducaia	4.239	5.781	0,17	878.747	1.198.291	1.111.602	1.515.821	0,02	0,03	0,00	4,39	5,99	5,56	7,58
TOTAL	51.977.323	62.108.904	75.538.120	88.504.267	106.830.392	125.897.277	152.067.746	260	311	378	443	534	629	760

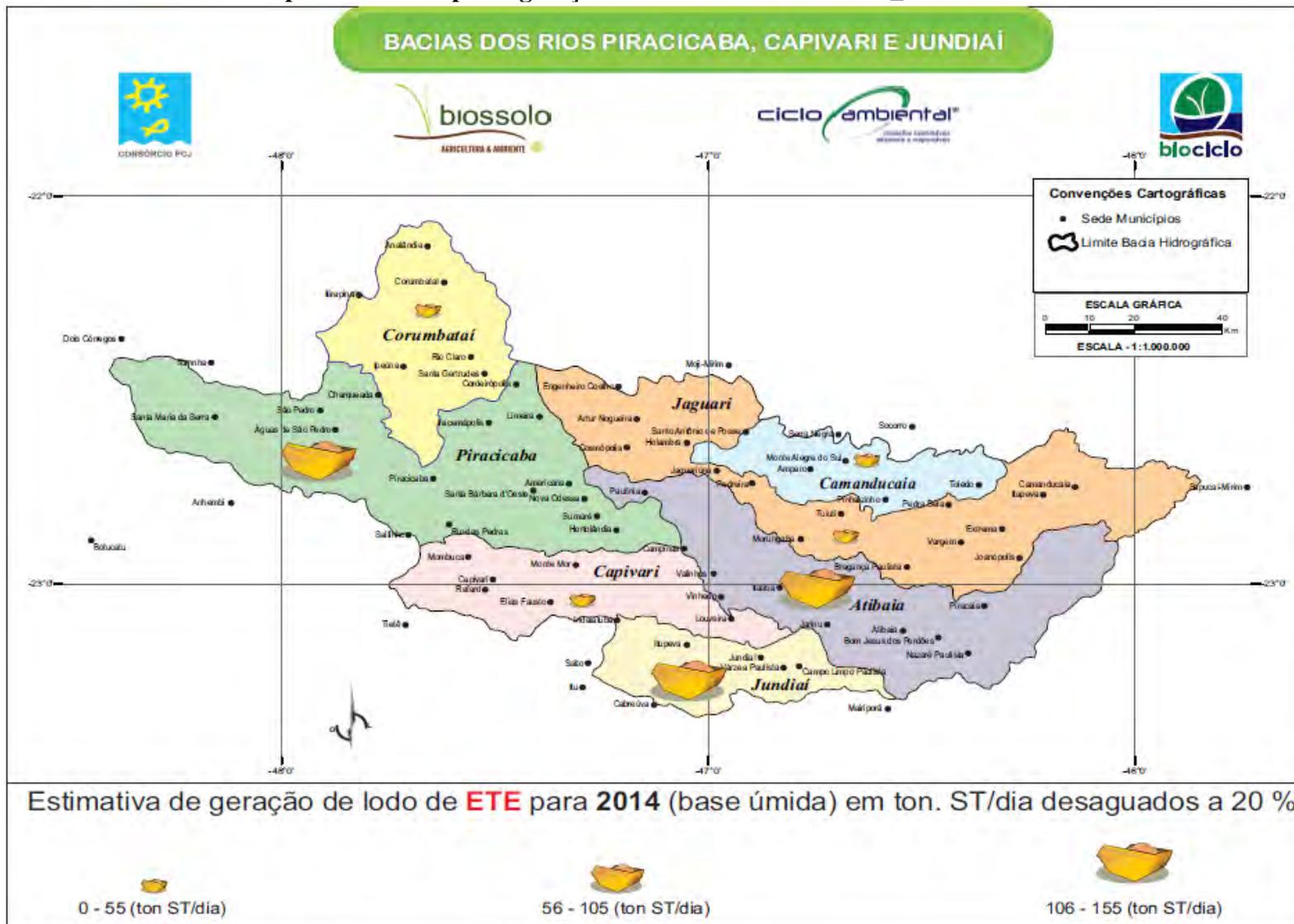
Mapa 5.4. 12 - Mapa de geração de lodo em ETE no PCJ _ ano base 2008.



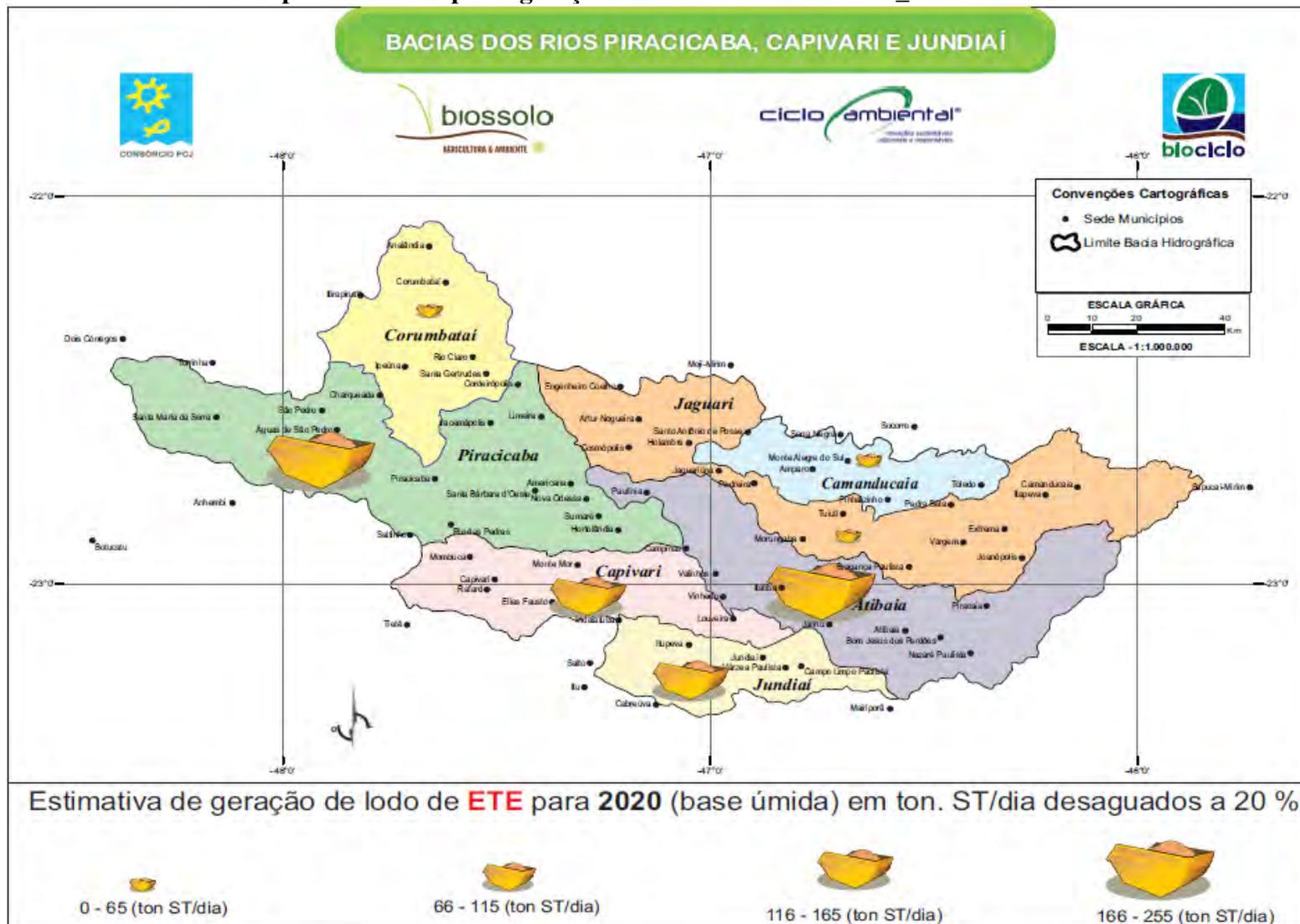
Mapa 5.4. 13 - Mapa de geração de lodo em ETE no PCJ _ ano base 2010.



Mapa 5.4. 14 - Mapa de geração de lodo em ETE no PCJ _ ano base 2014.



Mapa 5.4. 15 - Mapa de geração de lodo em ETE no PCJ _ ano base 2020.





2.4. Lodo de ETE- quanto a Caracterização e Destinação.

Em consulta aos serviços de saneamento da bacia do PCJ, através de questionário específico, com a finalidade de levantar dados a respeito da caracterização dos lodos provenientes de estações de tratamento de esgotos e sua destinação final, obteve-se a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresentada abaixo.

Conforme se pode confirmar, quando questionados sobre a existência ou não de análise do lodo produzido nas estações de tratamento de esgoto:

- **82,14 %** (em termos populacionais³) responderam possuir algum tipo de caracterização qualitativa dos lodos gerados em suas respectivas estações;
- **15,98%** (em termos populacionais⁴) informaram não possuir qualquer tipo de caracterização do lodo.
- **1,88 %** (em termos populacionais⁴) dos dados a cerca da caracterização dos lodos não foram disponibilizados. Nesse item entram os casos de lagoas que desde o início da operação até o presente momento não retiraram lodo, as estações em início de operação, que ainda não houve necessidade de retirada de lodo, os municípios que não responderam a essa questão específica, os municípios que não responderam o questionário e ainda os municípios desprovidos de sistemas de tratamento de esgotos.

O baixo percentual de dados indisponíveis se explica pelo fato de que nos municípios onde não há tratamento de esgotos a população relativa com esgoto tratado é zero.

Os municípios que responderam possuir algum tipo de análise do lodo são apresentados novamente na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, onde apontam quais análises possuem.

³Considerando os dados populacionais do SEADE 2010 para os municípios paulistas e dados do IBGE 2010 para os municípios mineiros e o percentual de coleta e tratamento de esgoto de 2008 apresentados no Plano de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, elaborado pela Cobrape e ainda os dados informados ao Consórcio Biociclo pelos serviços de Saneamento.



Relatório Parcial III - 43|113

Tabela 5.4. 10 - Posicionamento dos serviços de tratamento de esgoto quanto á existência de análise de lodo.

Cidade	Nome do Sistema	Possui analise do lodo?	Outras análises
1	ÀGUAS DE SÃO PEDRO	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I
2	AMERICANA	ETE CARIOBA	SIM
	AMERICANA	ETE PRAIA AZUL	SIM
3	AMPARO	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I
4	ANALÂNDIA	AUSTRALIANO, LAGOA ANAEROBIA, SEL FACULTATIVA	NÃO
5	ARTUR NOGUEIRA	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I
6	ATIBAIA	ETE ESTORIL	SIM
	ATIBAIA	ETE PALMEIRAS	NÃO
	ATIBAIA	ETE NOVA ATIBAIA	NÃO
7	BOM JESUS PERDÕES	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I
8	BRAGANÇA PAULISTA	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I
9	CABREÚVA	ETE CABREÚVA SEDE	NÃO
	CABREUVA	ETE JACARÉ	SIM
	CABREUVA	ETE BANANAL	NÃO
10	CAMANDUCAIA	NÃO EXISTE SISTEMA DE T. OPERANDO	D.I
11	CAMPINAS	E.T.E. ALPHAVILLE	NÃO
	CAMPINAS	E.T.E. ARBORETO	NÃO
	CAMPINAS	ETE CAPIVARI I	SIM
	CAMPINAS	E.T.E ÁGUAS DE BARÃO	D.I



Relatório Parcial III - 44|113

Cidade		Nome do Sistema	Possui análise do lodo?	Outras análises
	CAMPINAS	E.T.E MIRASSOL	D.I	D.I
	CAMPINAS	E.T.E. AMARAI	D.I	D.I
	CAMPINAS	E.T.E COSTA E SILVA	D.I	D.I
	CAMPINAS	E.T.E ICARAI	D.I	D.I
	CAMPINAS	ETE PIÇARRÃO	SIM	SIM
	CAMPINAS	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANTA ROSA	SIM	NÃO
	CAMPINAS	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO OURO VERDE	NÃO	SIM
	CAMPINAS	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SÃO JOSÉ	NÃO	SIM
	CAMPINAS	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO ELDORADO	NÃO	NÃO
	CAMPINAS	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SÃO BENTO	NÃO	NÃO
	CAMPINAS	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO VILA RÉGGIO	NÃO	NÃO
	CAMPINAS	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CDHU -H SANTA CLAR	NÃO	NÃO
	CAMPINAS	ETE ANHUMAS	SIM *	NÃO
	CAMPINAS	ETE BARAO GERALDO	NÃO	NÃO
	CAMPINAS	E.T.E. SAMAMBAIA	NÃO	NÃO
	CAMPINAS	E.T.E. VÓ PUREZA/SANTA MÔNICA	NÃO	NÃO
12	C.P.L.	ETE SISTEMA INTEGRADO CAMPO LIMPO PAULISTA E VÁRZE	D.I	D.I
13	CAPIVARI	ETE ENGENHO VELHO	SIM	SIM
14	CHARQUEADA	D.I	D.I	D.I



Relatório Parcial III - 45|113

Cidade		Nome do Sistema	Possui análise do lodo?	Outras análises
15	CORDEIRÓPOLIS	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I	D.I
16	CORUMBATAÍ	PREFEITURA MUNICIPAL DE CORUMBATAÍ	SIM	NÃO
17	COSMÓPOLIS	D.I	D.I	D.I
18	ELIAS FAUSTO	ETE ELIAS FAUSTO (SEDE)	NÃO	NÃO
	ELIAS FAUSTO	ETE CARDEAL	NÃO	NÃO
19	EXTREMA	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I	D.I
20	HOLAMBRA	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS MUNICIPAL	NÃO	NÃO
21	HORTOLÂNDIA	ETE HORTOLÂNDIA (SEDE)	NÃO	NÃO
22	INDAIATUBA	ETE SÃO LOURENÇO	NÃO	NÃO
	INDAIATUBA	ETE MÁRIO ARALDO CANDELLO	SIM	SIM
	INDAIATUBA	ETE ITAICI	NÃO	NÃO
23	IPEÚNA	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I	D.I
24	IRACEMÁPOLIS	ETE - IRACEMÁPOLIS	D.I	D.I
25	ITAPEVA	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I	D.I
26	ITATIBA	ETE ITATIBA (SEDE)	SIM	NÃO
	ITATIBA	ETE VILLAGIO PARADISO	NÃO	NÃO
27	ITUPEVA	ETE NICA PRETA (SEDE)	NÃO	NÃO
	ITUPEVA	ETE RIO DAS PEDRAS	NÃO	NÃO
28	JAGUARIÚNA	TRATAMENTO AERÓBICO POR LODO ATIVADO	SIM	NÃO



Relatório Parcial III - 46|113

Cidade	Nome do Sistema	Possui análise do lodo?	Outras análises
29	JARINU	ETE JARINU	NÃO
30	JOANOPOLIS	SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE JOANÓPOLIS	NÃO
31	JUNDIAI	ETE JUNDIAÍ	SIM
32	LIMEIRA	ETE GRAMINHA	SIM
	LIMEIRA	ETE LOPES	SIM
	LIMEIRA	ETE TATU	SIM
33	LOUVEIRA	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I
34	MOMBUCA	ETE SEDE	NÃO
	MOMBUCA	ETE VILA NOVA	NÃO
35	MONTE ALEGRE DO SUL	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I
36	MONTE MOR	ETE SÃO CLEMENTE	SIM
37	MORUNGABA	ETE MORUNGABA	NÃO
38	NAZARE PAULISTA	SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE NAZARÉ PAULISTA	NÃO
39	NOVA ODESSA	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO PALMITAL	SIM
40	PAULÍNIA	ETE PAINEIRAS	D.I
	PAULÍNIA	ETE PAULÍNIA (SEDE)	NÃO
41	PEDRA BELA	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I
42	PEDREIRA	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I
43	PINHALZINHO	SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE PINHALZINHO	NÃO



Relatório Parcial III - 47|113

Cidade		Nome do Sistema	Possui análise do lodo?	Outras análises
44	PIRACAIA	SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE PIRACAIA	NÃO	NÃO
45	PIRACICABA	ETE CECAP	NÃO	NÃO
	PIRACICABA	ETE CURTUME	NÃO	NÃO
	PIRACICABA	ETE ENGENHO	NÃO	NÃO
	PIRACICABA	ETE ANHUMAS	NÃO	NÃO
	PIRACICABA	ETE PIRACICAMIRIM	SIM	NÃO
	PIRACICABA	ETE SANTA OLÍMPIA	NÃO	NÃO
	PIRACICABA	ETE SÃO JORGE	NÃO	NÃO
	PIRACICABA	ETE TANQUINHO	NÃO	NÃO
	PIRACICABA	ETE TUPI	NÃO	NÃO
46	RAFARD	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I	D.I
47	RIO CLARO	ETE FLORES	SIM	NÃO
	RIO CLARO	ETE ASSISTENCIA ALTA	NÃO	NÃO
	RIO CLARO	ETE ASSISTENCIA BAIXA	NÃO	NÃO
	RIO CLARO	ETE AJAPÍ	NÃO	NÃO
	RIO CLARO	ETE BATOVI	NÃO	NÃO
	RIO CLARO	ETE FERRAZ	NÃO	D.I
	RIO CLARO	ETE PALMEIRAS	SIM	D.I
48	RIO DAS PEDRAS	D.I	D.I	D.I
49	SALTINHO	ETE BOA VISTA	NÃO	NÃO
50	SALTO	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE SALTO	SIM	NÃO
51	S.B.O.	ETE VILA RICA	SIM	NÃO



Relatório Parcial III - 48|113

Cidade		Nome do Sistema	Possui análise do lodo?	Outras análises
	S.B.O.	ETE NOVA CONQUISTA	SIM	NÃO
	S.B.O.	ETE ANDORINHAS	SIM	NÃO
	S.B.O.	ETE CRUZEIRO	SIM	NÃO
	S.B.O.	ETE TOLEDOS I	SIM	NÃO
	S.B.O.	ETE Balsa	SIM	NÃO
52	SANTA GERTRUDES	NÃO EXISTE SIS. TRAT. OPERANDO	D.I	D.I
53	SANTA MARIA DA SERRA	LAGOA DE ESGOTO TIPO FACULTATIVO	NÃO	NÃO
54	S.A.P	NÃO EXISTE SIS. TRAT. OPERANDO	D.I	D.I
55	SÃO PEDRO	D.I	D.I	D.I
56	SUMARÉ	ETE ACLIMAÇÃO	SIM	SIM
	SUMARÉ	ETE BORDON	SIM	SIM
	SUMARÉ	ETE SANTA MARIA	SIM	NÃO
	SUMARÉ	ETE VILA FLORA	SIM	SIM
57	TOLEDO	NÃO EXISTE SIS. TRAT. OPERANDO	D.I	D.I
58	TUIUTI	NÃO EXISTE SIS. TRAT. OPERANDO	D.I	D.I
59	VALINHOS	ETE CAPUAVA	SIM	NÃO
60	VARGEM	D.I	D.I	D.I
61	VÁRZEA PAULISTA	NÃO EXISTE SIS. TRAT. OPERANDO	D.I	D.I
62	VINHEDO	ETE HÍPICA	SIM	NÃO
	VINHEDO	ETE PINHEIRINHO	SIM	NÃO

LEGENDAS:

D.I. = Dados Indisponíveis
S.B.O. = Santa Bárbara D'Oeste
S.A.P. = Santo Antônio de Posse
C. L. PAULISTA = Campo Limpo Paulista



Relatório Parcial III - 49|113

Tabela 5.4. 11 - Serviços de tratamento de esgoto que possuem análise de lodo.

Cidade	Nome do Sistema	Possui análise do lodo? Quais?	Outras análises
AMERICANA	ETE CARIOBA	NBR 10.004-2004 *	NÃO
AMERICANA	ETE PRAIA AZUL	NBR 10.004-2004 *	NÃO
ATIBAIA	ETE ESTORIL	Agronômica**/ Metais pesados / Microbiológicas / Parasitológicas / CONAMA 375 Completa	NÃO
CABREUVA	ETE JACARÉ	NBR 10.004-2004 *	NÃO
CAMPINAS	ETE CAPIVARI I	SIM	NÃO
CAMPINAS	ETE PIÇARRÃO	NBR 10.004-2004 * /Prata / Nitrogênio Total / Sulfeto / Porcentagem de Sólidos	3,4,6,7,8,9,11,14, 15,17,18,19,21,2 2,23,25,27,31,34, 35,41,42,44,53
CAMPINAS	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SAMAMBAIA	NBR 10.004-2004 *	
CAMPINAS	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANTA ROSA	Teor de Sólidos	NÃO
CAMPINAS	ETE ANHUMAS	NBR 10.004-2004 *	NÃO
CAPIVARI	ETE ENGENHO VELHO	NBR 10.004-2004 * / NBR 10005 / NBR 10006	1,3,4,6,9,12,15,1 6,21,24,26,27,30, 41,42
CORUMBATAÍ	PREFEITURA MUNICIPAL DE CORUMBATAÍ	NBR 10.004-2004 *	NÃO
INDAIATUBA	ETE MÁRIO ARALDO CANDELLO	Microbiológicas / Parasitológicas / NBR 10.004-2004* / Padrão CONAMA 375	S , 43 , 44
ITATIBA	ETE ITATIBA (SEDE)	NBR 10.004-2004 *	NÃO
JAGUARIÚNA	TRATAMENTO AERÓBICO POR LODO ATIVADO	NBR 10.004-2004 * / CONAMA 375 Completa	NÃO
JUNDIAI	ETE JUNDIAÍ	CONAMA 375 Completa	-
LIMEIRA	ETE GRAMINHA	NBR 10.004-2004 *	1,3,4,6,9,12,14,1 5,16,21,24,26,27, 30,41,42,43,53



Relatório Parcial III - 50|113

Cidade	Nome do Sistema	Possui análise do lodo? Quais?	Outras análises
LIMEIRA	ETE LOPES	NBR 10.004-2004 *	1,3,4,6,9,12,14,15,16,21,24,26,27,30,41,42,43,53
LIMEIRA	ETE TATU	Microbiológicas / Parasitológicas / 4 - NBR 10.004-2004 *	1,2,3,4,6,9,10,11,12,15,16,21,24,26,27,32,33,36,41,42,43,49,50,52,53
MONTE MOR	ETE SÃO CLEMENTE	NBR 10.004-2004 *	NÃO
NOVA ODESSA	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO PALMITAL	SSt/SSv/SSf	42,43,44
PIRACICABA	ETE PIRACICAMIRIM	NBR 10.004-2004 *	NÃO
RIO CLARO	ETE FLORES	NBR 10.004-2004 */ CONAMA 375 Completa	NÃO
RIO CLARO	ETE PALMEIRAS	NBR 10.004-2004 * / CONAMA 375 Completa	D.I
SALTO	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE SALTO	NBR 10.004-2004 *	NÃO
S.B.O.	ETE VILA RICA	NBR 10.004-2004 *	NÃO
S.B.O.	ETE NOVA CONQUISTA	NBR 10.004-2004 *	NÃO
S.B.O.	ETE ANDORINHAS	NBR 10.004-2004 *	NÃO
S.B.O.	ETE CRUZEIRO	NBR 10.004-2004 *	NÃO
S.B.O.	ETE TOLEDOS I	NBR 10.004-2004 *	NÃO
S.B.O.	ETE Balsa	NBR 10.004-2004 *	NÃO
SUMARÉ	ETE ACLIMAÇÃO	NBR 10.004-2004 *	S, UMIDADE
SUMARÉ	ETE BORDON	NBR 10.004-2004 *	S, UMIDADE
SUMARÉ	ETE SANTA MARIA	NBR 10.004-2004 *	NÃO



Relatório Parcial III - 51|113

Cidade	Nome do Sistema	Possui análise do lodo? Quais?	Outras análises
SUMARÉ	ETE VILA FLORA	NBR 10.004-2004 *	S, UMIDADE
VALINHOS	ETE CAPUAVA	NBR 10.004-2004 *	NÃO
VINHEDO	ETE HÍPICA	NBR 10.004-2004 *	NÃO
VINHEDO	ETE PINHEIRINHO	NBR 10.004-2004 *	NÃO

LEGENDAS

D.I. = Dados Indisponíveis

S.B.O = Santa Bárbara

* testes de massa bruta, solubilização e lixiviação

** Nutrientes

Outras Análises			
1 - Alumínio;	15 - Cromo;	29 - Nitrogênio amoniacal;	43 - Sódio Total;
2 - Antimônio;	16 - Chumbo;	30 - Nitrogênio nitrato/nitrito;	44 - Sólidos Totais;
3 - Arsênio;	17 - Diclorofluormetano;	31 - Nitrogênio Total;	45 - Sólidos Voláteis;
4 - Bário;	18 - Enxofre;	32 - Níquel;	46 - Tálcio;
5 - Boro;	19 - Enxofre Total;	33 - Ovos viáveis de helmintos;	47 - Telúrio;
6 - Cádmio;	20 - Estanho;	34 - Paládio ;	48 - TPH-Hidrocarbonetos Totais de Petróleo ;
5 - Cálcio Total;	21 - Ferro;	35 - pH em água (1:10) ;	49 - Triclorofluormetano;
8 - Carbono orgânico;	22 - Fósforo;	36 - Potássio Total;	50 - Umidade;
9 - Cianetos;	23 - Fluor;	37 - Potássio Total;	51 - Vanádio;
10 - Cinzas;	24 - Fluoretos;	38 - Poder Calorífico Inferior (PCI) ;	52 - Vírus Entéricos;
11 - Cobalto;	25 - Magnésio Total;	39 - Platina;	53 - VOC;
12 - Cobre;	26 - Manganês;	40 - Ródio;	54 - Zinco
13 - Coliformes termotolerantes;	27 - Mercúrio;	41 - Salmonella;	
14 - Cloro Total	28 - Molibdênio;	42 - Selênio;	

Foi encaminhado um e-mail (via Consórcio) solicitando que os serviços de saneamento que possuem o diagnóstico qualitativo do lodo de ETE nos enviassem uma cópia de tais análises.

Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** são apresentados os serviços de saneamento que enviaram as análises e, quando possível, suas respectivas conclusões quanto a classificação dos lodos analisados, lembrando que tais análises estão apresentadas na íntegra, no Anexo 01-B.

Tabela 5.4. 12 - Serviços de tratamento de esgoto que enviaram a análise de lodo.

Cidade	Nome do Sistema	Observações
AMERICANA	ETE PRAIA AZUL	Análise em Anexo - <u>Classe II A – Não Inerte.</u>
ATIBAIA	ETE ESTORIL	Análise em Anexo
CABREUVA	ETE JACARÉ	Análise em Anexo - Classe II A – Não Inerte
CAMPINAS	ETE PIÇARRÃO	Análise em Anexo - <u>Classe II A – Não Inerte</u>
CAMPINAS	ETE ANHUMAS	Análise em Anexo - <u>Classe II A – Não Inerte</u>
CAPIVARI	ETE ENGENHO VELHO	Algumas Análises em Anexo
ITATIBA	ETE ITATIBA (SEDE)	Análise em Anexo - <u>Classe II A – Não Inerte</u>
JAGUARIÚNA	ETE JAGUARIUNA	Análise em Anexo - <u>Classe II A – Não Inerte</u>
JUNDIAI	ETE JUNDIAÍ	CONAMA 375 Completa
PIRACICABA	ETE PIRACICAMIRIM	Análise em Anexo - <u>Classe II A – Não Inerte</u>
RIO CLARO	ETE FLORES	Análise em Anexo - <u>Classe II A – Não Inerte</u>
RIO CLARO	ETE PALMEIRAS	Análise em Anexo - <u>Classe II A – Não Inerte</u>
S.B.O.	ETE VILA RICA	Lodo enviado á ETE Toledos I
S.B.O.	ETE NOVA CONQUISTA	
S.B.O.	ETE ANDORINHAS	
S.B.O.	ETE CRUZEIRO	
S.B.O.	ETE Balsa	
S.B.O.	ETE TOLEDOS I	Análise em Anexo - <u>Classe II A – Não Inerte</u>
SUMARÉ	ETE VILA FLORA	Análise em Anexo - <u>Classe II A – Não Inerte</u>
VINHEDO	ETE PINHEIRINHO	Análise em Anexo - <u>Classe II A – Não Inerte</u>



Relatório Parcial III - 53|113

Vale salientar que embora tenham respondido não possuir análise do lodo, as estações SAMAMBAIA (Campinas) e ETE Morungaba (Morungaba) enviaram as análises de suas respectivas estações. Tais análises também estão apresentadas no Anexo 01-B.

Como é possível verificar nas análises apresentadas em Anexo, todas as amostras possíveis de classificação foram qualificadas como **Classe II A – Não Inerte.**

Já quanto à destinação e logística atual praticada pelos serviços de saneamento para lodo de esgoto, ainda analisando quanto a população relativa de esgoto tratado⁵, tem-se o cenário apresentado abaixo:

- **59,49 %** (em termos de população relativa com esgoto tratado⁴) responderam que enviam o lodo para aterro.
- **23,41 %** (em termos de população relativa com esgoto tratado⁵) informaram possuir alternativa para o lodo.
- **17,10 %** (em termos de população relativa com esgoto tratado⁵) dos não foram disponibilizados. Nesse item entram os casos de lagoas que desde o início da operação até o presente momento não retiraram lodo, as estações em início de operação, que ainda não houve necessidade de retirada de lodo, os municípios que não responderam a essa questão específica, os municípios que não responderam o questionário e ainda os municípios desprovidos de sistemas de tratamento de esgotos.

Em números absolutos, tem-se:

Tabela 5.4. 13 - Destino do lodo de ETE, por população relativa com esgoto tratado

Destino do lodo	Habitantes
População relativa com esgoto tratado que envia o lodo para aterro	1.672.116
População relativa com esgoto tratado cujos dados estão indisponíveis	480.544
População relativa com esgoto tratado com outras soluções.	657.901

Dentre as alternativas apontadas como “outra” pelos serviços de saneamento, tem-se estações que enviam o lodo (ou por emissário, ou por transportadora, ou por caminhão pipa) para adensar em outra estação dentro do mesmo município.

Destaca-se a ETE Jundiá que mantém uma iniciativa de uso do lodo na agricultura, onde o lodo é condicionado dentro da própria estação e destinado as áreas de interesse via transportadora contratada pelo responsável pela área.

⁴Considerando os dados populacionais do SEADE 2010 para os municípios paulistas e dados do IBGE 2010 para os municípios mineiros e o percentual de coleta e tratamento de esgoto de 2008 apresentados no Plano de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, elaborado pela Cobrape e ainda os dados informados ao Consórcio Biociclo pelos serviços de Saneamento.



Relatório Parcial III - 54|113

Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** são apresentados na íntegra, os dados dos 62 municípios referentes à destinação e logística atual.



Tabela 5.4. 14 - Destinos e logística atual dos serviços de saneamento quanto ao lodo de ETE.

Cidade	Nome do Sistema	Qual o destino	Qual o destino e logística atual?
1 ÀGUAS DE SÃO PEDRO	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I	D.I
2 AMERICANA	ETE CARIOBA	ATERRO	Transporte em caçambas de 28 m3 para Guará/SP
AMERICANA	ETE PRAIA AZUL	2 , ESTRE PAULÍNIA/SP	Transporte feito pela TEMA/CEPROL até o aterro Estre (Paulínia)
3 AMPARO	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I	D.I
4 ANALÂNDIA	ETE ANALÂNDIA	2	D.I
5 ARTUR NOGUEIRA	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I	D.I
6 ATIBAIA	ETE ESTORIL	2 , RETIRADO PELA MB ENGENHARIA - ENVIADO PARA O ATERRO DA CDR PEDREIRA	MB Engenharia
ATIBAIA	ETE PALMEIRAS	2 , ENVIADO PARA A ETE ESTORIL - RETIRADO PELA MB ENGENHARIA	MB Engenharia
ATIBAIA	ETE NOVA ATIBAIA	2 , RETIRADO PELA MB ENGENHARIA - ENVIADO PARA O ATERRO DA CDR PEDREIRA	MB Engenharia
7 BOM JESUS PERDÕES	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I	D.I



Relatório Parcial III - 56|113

Cidade		Nome do Sistema	Qual o destino	Qual o destino e logística atual?
8	BRAGANÇA PAULISTA	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I	D.I
9	CABREÚVA	ETE CABREÚVA SEDE	2 - Quando removido da lagoa, é encaminhado para aterro.	D.I
	CABREUVA	ETE JACARÉ	2 , ESTRE PAULÍNIA/SP	Transporte de lodo contratado.
	CABREUVA	ETE BANANAL	D.I	D.I
10	CAMANDUCAIA	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I	D.I
11	CAMPINAS	E.T.E. ALPHAVILLE	2	D.I
	CAMPINAS	E.T.E. ARBORETO	2	D.I
	CAMPINAS	ETE CAPIVARI I	2 , ESTRE PAULÍNIA/SP	O sistema de desidratação de lodo não está em operação, o lodo está sendo encaminhado para outra ETE
	CAMPINAS	E.T.E ÁGUAS DE BARÃO	D.I	D.I
	CAMPINAS	E.T.E MIRASSOL	D.I	D.I
	CAMPINAS	E.T.E. AMARAI	D.I	D.I
	CAMPINAS	E.T.E COSTA E SILVA	D.I	D.I
	CAMPINAS	E.T.E ICARAI	D.I	D.I
	CAMPINAS	ETE PIÇARRÃO	2 , ESTRE PAULÍNIA/SP	Aterro sanitario da ESTRE em Paulínia e transporte realizado via caminhão por empresa contratada
	CAMPINAS	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANTA ROSA	2 , ESTRE PAULÍNIA/SP	Aterro Sanitário ESTRE em Paulínia - SP e transporte realizado por empresa terceirizada
	CAMPINAS	ETE OURO VERDE	3 , (INTERCEPTOR PIÇARRÃO)	Transporte por empresa contratada



Relatório Parcial III - 57/113

Cidade	Nome do Sistema	Qual o destino	Qual o destino e logística atual?
CAMPINAS	ETE SÃO JOSÉ	3 , (INTERCEPTOR PIÇARRÃO)	Transporte por empresa contratada
CAMPINAS	ETE ELDORADO	3 , (INTERCEPTOR PIÇARRÃO)	Transporte por empresa contratada
CAMPINAS	ETE SÃO BENTO	3 , (INTERCEPTOR PIÇARRÃO)	Transporte por empresa contratada
CAMPINAS	ETE VILA RÉGGIO	3 , (INTERCEPTOR PIÇARRÃO)	Transporte por empresa contratada
CAMPINAS	ETE CDHU -H SANTA CLAR	3 , (INTERCEPTOR PIÇARRÃO)	Transporte por empresa contratada
CAMPINAS	ETE ANHUMAS	2 , ESTRE PAULÍNIA/SP	Aterro sanitário da ESTRE em Paulínia, e transporte realizado por empresa terceirizada
CAMPINAS	ETE BARAO GERALDO	2 , ESTRE PAULÍNIA/SP	ATERRO SANITARIO DA ESTRE PAULINIA SP E TRANSP REALIZADO POR EMPRESA TERCERIZADA
CAMPINAS	E.T.E. SAMAMBAIA	2	D.I
CAMPINAS	E.T.E. VÓ PUREZA/SANTA MÔNICA	2	ETE PIÇARRÃO
12	CAMPO LIMPO PAULISTA	ETE SISTEMA INTEGRADO CAMPO LIMPO PAULISTA E VÁRZE	D.I
13	CAPIVARI	ETE ENGENHO VELHO	ATERRO SANITÁRIO CLASSE 2A (PAULÍNIA). Aterro Sanitário, Modal Rodoviário com caçamba. (Empresa TEMA)
14	CHARQUEADA	D.I	D.I
15	CORDEIRÓPOLIS	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I
16	CORUMBATAÍ	PREFEITURA MUNICIPAL DE CORUMBATAÍ	LODO DA LAGOA NÃO FOI DRAGADO AINDA (15 ANOS DE OPERAÇÃO) LODO DA LAGOA NÃO FOI DRAGADO AINDA (15 ANOS DE OPERAÇÃO)



Relatório Parcial III - 58|113

Cidade	Nome do Sistema	Qual o destino	Qual o destino e logística atual?
17	COSMÓPOLIS	D.I	D.I
18	ELIAS FAUSTO	ETE ELIAS FAUSTO (SEDE)	Quando removido da lagoa, é encaminhado para aterro.
	ELIAS FAUSTO	ETE CARDEAL	Quando removido da lagoa, é encaminhado para aterro.
19	EXTREMA	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I
20	HOLAMBRA	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS MUNICIPAL	2
21	HORTOLÂNDIA	ETE HORTOLÂNDIA (SEDE)	D.I
22	INDAIATUBA	ETE SÃO LOURENÇO	D.I
	INDAIATUBA	ETE MÁRIO ARALDO CANDELLO	D.I
	INDAIATUBA	ETE ITAICI	D.I
23	IPEÚNA	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I
24	IRACEMÁPOLIS	ETE - IRACEMÁPOLIS	D.I
25	ITAPEVA	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I
26	ITATIBA	ETE ITATIBA (SEDE)	2 , ESTRE PAULÍNIA/SP
	ITATIBA	ETE VILLAGIO PARADISO	D.I
27	ITUPEVA	ETE NICA PRETA (SEDE)	2
	ITUPEVA	ETE RIO DAS PEDRAS	2
28	JAGUARIÚNA	TRATAMENTO AERÓBICO POR LODO ATIVADO	2 , ESTRE PAULÍNIA/SP
29	JARINU	ETE JARINU	D.I
			Aterro Sanitário - Estre Paulínia(diariamente p/caminhões tercerizados-Estrutural)



Relatório Parcial III - 59|113

Cidade		Nome do Sistema	Qual o destino	Qual o destino e logística atual?
30	JOANOPOLIS	SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE JOANÓPOLIS	2 , ESTRE PAULÍNIA/SP	D.I
31	JUNDIAI	ETE JUNDIAÍ	3 , (AGRICULTURA)	DESTINO PARA AGRICULTURA - LOGÍSTICA: LODO TRANSPORTADO POR TRANSPORTADORAS CONTRATADAS PELO INTERESSADO DA ÁREA DE DESTINO
32	LIMEIRA	ETE GRAMINHA	2 , ESTRE PAULÍNIA/SP	RETIRADO DAS LAGOAS POR DRAGAGEM SENDO ENCAMINHADO VIA CAMINHÕES TANQUE PARA ADENSAMENTO E DESAGUAMENTO NA ETE TATU, SENDO ENCAMINHADO PARA ATERRO SANITÁRIO ATRAVÉS DE CARRETAS DE 25 TON.
	LIMEIRA	ETE LOPES	D.I	D.I
	LIMEIRA	ETE TATU	2 , ESTRE PAULÍNIA/SP	ENVIADO DIARIAMENTE PARA ATERRO SANITÁRIO ATRAVÉS DE CARRETAS DE 25 TON
33	LOUVEIRA	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I	D.I
34	MOMBUCA	ETE SEDE	D.I	D.I



Relatório Parcial III - 60|113

Cidade	Nome do Sistema	Qual o destino	Qual o destino e logística atual?
	MOMBUCA	ETE VILA NOVA	D.I
35	MONTE ALEGRE DO SUL	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I
36	MONTE MOR	ETE SÃO CLEMENTE	2
37	MORUNGABA	ETE MORUNGABA	D.I
38	NAZARE PAULISTA	SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE NAZARÉ PAULISTA	2 , ESTRE PAULÍNIA/SP
39	NOVA ODESSA	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO PALMITAL	2
40	PAULÍNIA	ETE PAINEIRAS	2
	PAULÍNIA	ETE PAULÍNIA (SEDE)	D.I
41	PEDRA BELA	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I
42	PEDREIRA	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I
43	PINHALZINHO	SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE PINHALZINHO	2 , ESTRE PAULÍNIA/SP
44	PIRACAIA	SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE PIRACAIA	2
45	PIRACICABA	ETE CECAP	D.I
	PIRACICABA	ETE CURTUME	D.I
	PIRACICABA	ETE ENGENHO	D.I
	PIRACICABA	ETE ANHUMAS	D.I
	PIRACICABA	ETE PIRACICAMIRIM	2 , ESTRE PAULÍNIA/SP
	PIRACICABA	ETE SANTA OLÍMPIA	D.I
	PIRACICABA	ETE SÃO JORGE	D.I



Relatório Parcial III - 61|113

Cidade	Nome do Sistema	Qual o destino	Qual o destino e logística atual?
PIRACICABA	ETE TANQUINHO	D.I	D.I
PIRACICABA	ETE TUPI	4 , ETE PIRACICAMIRIM PARA DESÁGUE NA CENTRÍFUGA	D.I
46	RAFARD	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I
47	RIO CLARO	ETE FLORES	2 , ESTRE PAULÍNIA/SP
	RIO CLARO	ETE ASSISTENCIA ALTA	D.I
	RIO CLARO	ETE ASSISTENCIA BAIXA	D.I
	RIO CLARO	ETE AJAPÍ	D.I
	RIO CLARO	ETE BATOVI	D.I
	RIO CLARO	ETE FERAZ	D.I
	RIO CLARO	ETE PALMEIRAS	2 , ESTRE PAULÍNIA/SP
48	RIO DAS PEDRAS	D.I	D.I
49	SALTINHO	ETE BOA VISTA	4 - ainda não houve a necessidade de se retirar o lodo da lagoa de decantação
50	SALTO	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE SALTO	2 , ESTRE PAULÍNIA/SP
51	SANTA BARBARA D'OESTE	ETE VILA RICA	Caçamba/Transporte Rodoviário
	SANTA BARBARA D'OESTE	ETE NOVA CONQUISTA	ETE TOLEDOS I/CENTRÍFUGAS/CEPROL/ATERRO ESTRE PAULÍNIA
	SANTA BARBARA D'OESTE	ETE ANDORINHAS	ETE TOLEDOS I/CENTRÍFUGAS/CEPROL/ATERRO ESTRE PAULÍNIA



Relatório Parcial III - 62|113

Cidade		Nome do Sistema	Qual o destino	Qual o destino e logística atual?
	SANTA BARBARA D'OESTE	ETE CRUZEIRO	CEPROL CENTRAL DE PROCESSAMENTO DE LODO	ETE TOLEDOS I/CENTRÍFUGAS/CEPROL/ATERRO ESTRE PAULÍNIA
	SANTA BARBARA D'OESTE	ETE TOLEDOS I	CEPROL CENTRAL DE PROCESSAMENTO DE LODO	CENTRÍFUGAS/CEPROL/ATERRO ESTRE PAULÍNIA
	SANTA BARBARA D'OESTE	ETE Balsa	CEPROL CENTRAL DE PROCESSAMENTO DE LODO	ETE TOLEDOS I/CENTRÍFUGAS/CEPROL/ATERRO ESTRE PAULÍNIA
52	SANTA GERTRUDES	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I	D.I
53	SANTA MARIA DA SERRA	LAGOA DE ESGOTO TIPO FACULTATIVO	D.I	D.I
54	SANTO ANTÔNIO DE POSSE	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I	D.I
55	SÃO PEDRO	D.I	D.I	D.I
56	SUMARÉ	ETE ACLIMAÇÃO	2 , ESTRE PAULÍNIA/SP	ATERRO/CAÇAMBA
	SUMARÉ	ETE BORDON	2 , ESTRE PAULÍNIA/SP	ATERRO/CAÇAMBA
	SUMARÉ	ETE SANTA MARIA	2 , ESTRE PAULÍNIA/SP	CAÇAMBA
	SUMARÉ	ETE VILA FLORA	2 , ESTRE PAULÍNIA/SP	ATERRO/CAÇAMBA
57	TOLEDO	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I	D.I
58	TUIUTI	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I	D.I
59	VALINHOS	ETE CAPUAVA	2	ESTRE AMBIENTAL S.A. / CAÇAMBA
60	VARGEM	D.I	D.I	D.I
61	VÁRZEA PAULISTA	NÃO EXISTE SISTEMA DE TRATAMENTO OPERANDO	D.I	D.I



Relatório Parcial III - 63|113

Cidade		Nome do Sistema	Qual o destino	Qual o destino e logística atual?
62	VINHEDO	ETE HÍPICA	2 , ESTRE PAULÍNIA/SP	Aterro Sanitario via Caminhão Caçamba
	VINHEDO	ETE PINHEIRINHO	2 , ESTRE PAULÍNIA/SP	Aterro Sanitario via Caminhão Caçamba



3. ÍTEM 5.5.A - IDENTIFICAR AS ÁREAS POTENCIAIS NAS BACIAS PCJ DE RECEBIMENTO DE LODOS PARA USO AGRÍCOLA (LAVOURAS DE CANA-DE-AÇÚCAR; DE CAFÉ, DE REFLORESTAMENTO, ENTRE OUTRAS), ATRAVÉS DE MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO FORNECIDO PELA CONTRATANTE E ATRAVÉS DE CONSULTAS ÀS INSTITUIÇÕES DE PESQUISA DA REGIÃO

3.1. (5.5.A.1) – A Demanda de áreas agrícolas para a aplicação do lodo de esgoto gerado na bacia do PCJ.

3.1.1. (5.5.A.1.1) - A seleção de áreas agrícolas para aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado

A reciclagem agrícola de lodos de esgoto sanitário, enquanto classificado como resíduo, deve necessariamente seguir as normas vigentes e assim eliminar qualquer risco adverso ao ambiente e à saúde dos seres vivos e garantir que, com esta prática, não seja criado um passivo ambiental (OLIVEIRA et al., 2010).

Nesse contexto, as áreas candidatas a receberem aplicações agronômicas de lodo de esgoto, devem passar obrigatoriamente por uma seleção obedecendo aos critérios estabelecidos na Resolução CONAMA 375/2006 (BRASIL, 2006).

Em sua Seção IV (Das Culturas Aptas a Receberem Lodo de Esgoto ou Produto Derivado) é definido:

Art. 12. É proibida a utilização de qualquer classe de lodo de esgoto ou produto derivado em pastagens e cultivo de olerícolas, tubérculos e raízes, e culturas inundadas, bem como as demais culturas cuja parte comestível entre em contato com o solo (grifo nosso).

Art. 13. Lodos de esgoto ou produto derivado enquadrados como classe A poderão ser utilizados para quaisquer culturas, respeitadas as restrições previstas nos arts. 12 e 15 desta Resolução (grifo nosso).

Art. 14. A utilização de lodo de esgoto ou produto derivado enquadrado como classe B é restrita ao cultivo de café, silvicultura, culturas para produção de fibras e óleos, com a aplicação mecanizada, em sulcos ou covas, seguida de incorporação, respeitadas as restrições previstas no art. 15 e no inciso XI, do art. 18 desta Resolução. (grifo nosso)



Relatório Parcial III - 65|113

Em sua Seção V (Das Restrições Locacionais e da Aptidão do Solo das Áreas de Aplicação) é estabelecido que:

Art. 15. Não será permitida a aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado:

I - em unidades de conservação, com exceção das Áreas de Proteção Ambiental-APA;

II - em Área de Preservação Permanente-APP;

III - em Áreas de Proteção aos Mananciais-APMs definidas por legislações estaduais e municipais e em outras áreas de captação de água para abastecimento público, a critério do órgão ambiental competente;

IV - no interior da Zona de Transporte para fontes de águas minerais, balneários e estâncias de águas minerais e potáveis de mesa, definidos na Portaria DNPM no 231, de 1998;

V - num raio mínimo de 100 m de poços rasos e residências, podendo este limite ser ampliado para garantir que não ocorram incômodos à vizinhança;

VI - numa distância mínima de 15 (quinze) metros de vias de domínio público e drenos interceptadores e divisores de águas superficiais de jusante e de trincheiras drenantes de águas subterrâneas e superficiais;

VII - em área agrícola cuja declividade das parcelas ultrapasse:

a) 10% no caso de aplicação superficial sem incorporação;

b) 15% no caso de aplicação superficial com incorporação;

c) 18% no caso de aplicação subsuperficial e em sulcos, e no caso de aplicação superficial sem incorporação em áreas para produção florestal;

d) 25% no caso de aplicação em covas;

VIII - em parcelas com solos com menos de 50 cm de espessura até o horizonte C;

IX - em áreas onde a profundidade do nível do aquífero freático seja inferior a 1,5 m na cota mais baixa do terreno; e

X - em áreas agrícolas definidas como não adequadas por decisão motivada dos órgãos ambientais e de agricultura competentes.

§ 1º O lodo de esgoto ou produto derivado poderão ser utilizados na zona de amortecimento de unidades de conservação, desde que sejam respeitados as restrições e os cuidados de aplicação previstas nesta Resolução, bem como restrições previstas no Plano de Manejo, mediante prévia autorização do órgão responsável pela administração da unidade de conservação.



Relatório Parcial III - 66|113

Porém, deve-se salientar que de acordo com a Resolução CONAMA 375/2006 em sua Seção III (Requisitos Mínimos de Qualidade do Lodo de Esgoto ou Produto Derivado Destinado a Agricultura) em seu § 1º é estabelecido que: *Decorridos 5 anos a partir da data de publicação desta Resolução, somente será permitida a aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado classe A, exceto sejam propostos novos critérios ou limites baseados em estudos de avaliação de risco e dados epidemiológicos nacionais, que demonstrem a segurança do uso do lodo de esgoto Classe B.* Assim, todo lodo de esgoto que tem como destino a reciclagem agrícola, a partir de setembro de 2011 deverá ser tratado afim de atender os limites estabelecidos para lodo ou produto derivado Classe A e atender as restrições locais estabelecidas no Artigo 13 da dessa resolução.

Conclui-se que a partir de setembro de 2011, as limitações relativas às culturas aptas para aplicação de lodo de esgoto serão somente as mesmas estabelecidas no Artigo 12 da Resolução CONAMA 375/2006.

As limitações relativas à áreas de aplicação e culturas descritas acima são estabelecidas para lodo de esgoto ou produto derivado para reciclagem agrícola enquanto esses materiais estiverem sendo manejados e classificados como resíduos.

Por outro lado, quando o lodo de esgoto ou produto derivado atende as especificações e garantias estabelecidas na Instrução Normativa 25 (Brasil, 2009) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e as concentrações máximas admitidas para metais pesados e agentes patogênicos ao homem estabelecidas na Instrução Normativa 27 do mesmo MAPA (Brasil, 2006b), este poderá ser registrado no MAPA como produto fertilizante orgânico composto e de uso seguro na agricultura. Tal modificação de classe (de resíduo para produto) além de trazer segurança adicional ao processo de reciclagem agrícola (visto que os limites de contaminantes são mais restritivos), exclui os parâmetros para seleção de áreas que passam a ser somente os critérios relativos à cultura a ser utilizada.

Os critérios estabelecidos pelo MAPA podem ser observados abaixo:

1. Critérios estabelecidos pelo MAPA na Instrução Normativa 25 de 2009 em seu Anexo IV.
 - a. **Fertilizante orgânico Classe “D” : Restrição de uso** - Uso proibido em pastagens e cultivo de olerícolas, tubérculos e raízes, e culturas inundadas, bem como as demais culturas cuja parte comestível entre em contato com o solo.



Relatório Parcial III - 67|113

Além das garantias adicionais de segurança ao processo de reciclagem agrícola do lodo de esgoto que se tem ao obter um produto, a área que poderá ser utilizada também é aumentada, possibilitando uma maior diversidade de destinos e culturas que poderão ser utilizadas.

Adicionalmente, em 21 de dezembro de 2010 foi estabelecido pela CETESB em sua Decisão de Diretoria 388/2010/P que: “A aplicação em solo agrícola de resíduos ou efluentes que possuam registro do MAPA como fertilizante não depende de manifestação da CETESB uma vez que resíduos ou efluentes registrados no MAPA são enquadrados como produto agrônômico” (CETESB, 2010).

3.1.2. (5.5.A.1.2) - A geração de lodo de esgoto e áreas potenciais nas bacias PCJ de recebimento de lodos para uso agrícola

No Brasil, a estimativa da produção de lodo de esgoto com base no ano de 2005 era de aproximadamente 372.000 toneladas em base seca (UN-HABITAT, 2008, pg. 55). Se considerarmos uma taxa de aplicação média de 10 toneladas de sólidos secos, atendendo a demanda de nitrogênio para a maioria das grandes culturas, temos que a área agricultável necessária seria de 37.200 ha. Para se ter uma idéia da dimensão que tal área representa, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2010), a área agricultável total do país em 2010 era de 60 milhões de hectares. Dessa forma, para utilizar todo o lodo de esgoto gerado no país atualmente, a área necessária seria de 0,062% da área agricultável total.

Outras estimativas mostram que a geração futura de lodo de esgoto, quando o Brasil alcançar padrões e abrangência de tratamento de esgoto comparado à países desenvolvidos, será de aproximadamente 4.069.339 de toneladas de lodo de esgoto (base seca). Tal produção de lodo de esgoto, se destinada exclusivamente para áreas agrícolas a uma taxa de aplicação de 5 toneladas/ha (taxa conservativa), demandaria 0,309% de todas as terras agricultáveis do país, índice idêntico à estimativa feita para os Estados Unidos (UN-HABITAT, 2008, pg. 75).

Com relação ao aumento de áreas agrícolas, BRASIL (2010) cita que: “as estimativas realizadas até 2019/2020 são de que a área total plantada com lavouras deve passar de 60 milhões de hectares em 2010 para 69,7 milhões em 2020. Um acréscimo de 9,6



Relatório Parcial III - 68|113

milhões de hectares. Essa expansão de área está concentrada na soja, mais 4,7 milhões de hectares, e na cana-de-açúcar, mais 4,3 milhões” (BRASIL, 2010).

A estimativa da quantidade de lodo de esgoto gerada diariamente na bacia do PCJ atualmente é de cerca de 378 toneladas (lodo torta com 20% de sólidos totais). Tal estimativa foi baseada em informações fornecidas pelas empresas operadoras ou pelo tipo de sistema instalado em cada local e por fim, a soma de todas as cidades da bacia PCJ que em 2010 estavam operando sistemas de tratamento de esgotos. Para o ano de 2020, as estimativas dão conta de uma geração diária entre 630 a 760 toneladas de lodo de esgoto (lodo torta com 20% de sólidos totais). Considerando a produção anual, temos entre 230.000 a 277.000 toneladas de lodo de esgoto (lodo torta com 20% de sólidos totais).

Considerando os cenários de menor e maior geração de lodo de esgoto em 2020 (230.000 a 277.000 toneladas / ano de lodo de esgoto com 20% de sólidos totais) e que todo o lodo possa ser destinado à agricultura, e ainda considerando uma taxa de aplicação de 25 toneladas de torta de lodo de esgoto (com 20% de sólidos) em cada hectare ou aproximadamente 5 toneladas de sólidos secos, a área necessária para absorver todo o lodo seria entre 9.200 a 11.000 ha / ano.

Para identificar extensão das áreas potenciais na bacia do PCJ para o recebimento de lodo de esgoto e mapeá-las, foram tomadas as seguintes informações:

- Áreas agrícolas de cada cultura (aptas ou inaptas para utilização de lodo de esgoto ou produto derivado) retirado do Projeto LUPA (São Paulo, 2008);
- Culturas aptas e inaptas a receber lodo de esgoto ou produto derivado, retirado da Resolução CONAMA 375/06 (Brasil, 2006) e Instrução Normativa 25 / 2009 do MAPA (Brasil, 2009);
- Mapa de uso do solo na Bacia do PCJ, retirado de Irrigart, 2007.

A partir da junção dessas informações, conseguiu-se estabelecer as áreas aptas e inaptas da Bacia do PCJ para a reciclagem agrícola do lodo de esgoto ou produto derivado e dessa forma gerar uma mapa com as áreas aptas e inaptas que se encontra no ANEXO II do presente relatório.

As principais áreas identificadas como aptas e suas extensões, considerando somente a área útil agricultável, foram:

- Cana-de-açúcar + solos aptos = 466.000 ha.
- Culturas anuais + solos aptos = 21.000 ha.



- Reflorestamento + solos aptos = 9.000 ha.

Observa-se que se todo o lodo de esgoto gerado na Bacia PCJ em 2020 fosse utilizado na agricultura, seriam necessários entre 1,85 a 2,21% das áreas aptas.

De qualquer ângulo que se possa observar a situação de geração de lodo de esgoto *versus* áreas agricultáveis disponíveis para sua aplicação, conclui-se que não há qualquer limitação de área no cenário presente ou futuro no país ou na Bacia PCJ. Outros fatores passam a ser mais decisivos para a opção de destinação agrícola de lodo de esgoto, principalmente aqueles ligados à logística de transporte/aplicação, distância dos grandes centros geradores das áreas aptas para aplicação, legislação restritiva, custo de tratamento desses lodos para que possam ser destinados de forma segura para o solo agrícola e composição química do lodo (contaminação por metais principalmente).

Outra observação a ser destacada é que as áreas potencialmente aptas a reciclagem agrícola do lodo de esgoto se concentram no terço a jusante das Bacias do PCJ (ANEXO II), em região ocupada predominantemente pela cultura da cana-de-áçúcar, que se destaca com grande potencial para utilização do lodo de esgoto como fertilizante. Isto porque é uma cultura essencialmente industrial, de manejo altamente mecanizado, ocupando extensas áreas com emprego de tecnologia de ponta.



3.2. Referências Bibliográficas

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2009/2010 a 2019/2020**. Assessoria de Gestão Estratégica – Brasília: Mapa/ACS, 2010. 76 p. ISBN 978-85-7991-032-6. Disponível em: [http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/MAIS%20DESTAQUES/Proje%C3%A7%C3%B5es%20Agroneg%C3%B3cio%202009-2010%20a%202019-2020\(1\).pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/MAIS%20DESTAQUES/Proje%C3%A7%C3%B5es%20Agroneg%C3%B3cio%202009-2010%20a%202019-2020(1).pdf)

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 375 de 29 de ago. de 2006**. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. *Diário Oficial*, Brasília, DF, 2006.

BRASIL (b). **Instrução Normativa nº 27 de 05 de junho de 2006**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Definições sobre concentrações máximas admitidas para agentes fitotóxicos, patogênicos ao homem, animais e plantas, metais pesados tóxicos, pragas e ervas daninhas. *Diário Oficial*, Brasília, DF, 2006.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 25 de 23 de julho de 2009**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. *Diário Oficial*, Brasília, DF, 2009

CETESB. Decisão de Diretoria nº 388/2010/P, de 21/12/2010 **Aprovação de premissas e diretrizes para a aplicação de resíduos e efluentes em solo agrícola no Estado de São Paulo**. CETESB, São Paulo, SP. 2010

IRRIGART **Bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí: Situação dos recursos hídricos 2004/2006; relatório de síntese**. Coordenação: Petrini, R.S.; Silva, A.M.; et al. Piracicaba: FEHIDRO/PCJ?CBJ-PCJ, 2007. 75p.:il.



Relatório Parcial III - 71|113

OLIVEIRA, F.C.; MATTIAZZO, M.E.; CHIARADIA, J. J. . **Uso agrícola de lodo de esgoto no Estado de São Paulo - Estudo de Caso.** In: COSCIONE, A. R.; NOGUEIRA, T. A. R.; PIRES, A.M.M.. (Org.). **Uso agrícola de lodo de esgoto - Avaliação após a Resolução Nº 375 do CONAMA.** 1ª ed. Botucatu: FEPAF, 2010, v. 1, p. 301-314. ISBN: 9788598187280.

SÃO PAULO. (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Instituto de Economia Agrícola. **Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo - LUPA 2007/2008.** São Paulo: SAA/CATI/IEA, 2008. Disponível em: <http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa>. Acesso em: 02/02/2010

UN-HABITAT. **Global Atlas of Excreta, Wastewater Sludge, and Biosolids Management, Moving Forward the Sustainable and Welcome Uses of a Global Resource.** ISBN: 978-92-1-132009-1; HS Number: HS/1030/08E. 632p; Ed.: UN-HABITAT, Ano: 2008



4. ÍTEM 5.5.B - APRESENTAR ESTUDO COMPARATIVO DA VIABILIDADE DO ATENDIMENTO DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL FEDERAL E DOS ESTADOS (SP E MG) PARA O TEMA;

4.1. INTRODUÇÃO

No Estado de São Paulo a Lei 12.300 de 16 de março de 2006 institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos definindo seus princípios e diretrizes. No Estado de Minas Gerais a Lei 18031 de 12 de janeiro de 2009 dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos. Em 02 de agosto de 2010 foi publicada a Lei Federal 12.305 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos com vistas ao gerenciamento correto de resíduos sólidos gerados. Essas três Leis apresentam em comum os meios legais para garantir a proteção ao meio ambiente, a saúde pública e a atribuição de responsabilidades aos geradores de resíduos. Em seguida serão feitas considerações sobre essas Leis no que se refere ao resíduo sólido de interesse para o Consórcio PCJ qual seja, o lodo proveniente do tratamento dos esgotos sanitários que é classificado, de acordo com a ABNT NBR 10004/2004, como resíduo não perigoso, não inerte ou seja, Classe IIA.



4.2. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010).

Em 02 de agosto de 2010 foi publicada a Lei Federal nº 12.305 que institui a **Política Nacional de Resíduos Sólidos**, e dispõe sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas a gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos incluindo os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

No parágrafo 1º do Artigo 1º é definido:

§ 1º Estão sujeitas à observância dessa Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

Nesta Lei, em seu Artigo 3º, são definidas:

VII. destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama⁵, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;

XIV – reciclagem; processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa.

Pelas incisos VII e XIV verifica-se que a compostagem, a reciclagem e o aproveitamento energético de lodo de esgoto sanitário são entendidos como alternativas e ou processos legalmente aceitos e ou sugeridos para o tratamento deste resíduo sólido.

No capítulo II que trata dos princípios da Lei Federal 12.305, mais uma vez fica evidente o entendimento que a compostagem, a reciclagem e ou o aproveitamento energético de lodo de esgoto sanitário constituem processos seguros para tratamento de resíduos sólidos

⁵ Sisnama : Sistema Nacional do Meio Ambiente.
SNVS: Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
Suasa: Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária



Relatório Parcial III - 74|113

quando se elenca entre seus princípios o desenvolvimento sustentável. Dentre os objetivos da Lei, listados no capítulo 7º, se incluem:

I – proteção à saúde pública e da qualidade ambiental;

II – não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;

Para os efeitos da Lei Federal 12.305, os resíduos sólidos são classificados quanto à origem em:

a. resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;

b. resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;

c. resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;

d. resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;

e. resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;

f. resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;

g. resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;

h. resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolição de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;

i. resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;

j. resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;

k. resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

No capítulo II da Lei Federal 12.305 são apresentados os planos para resíduos sólidos em vários níveis de governo, sendo eles: o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, os planos Estaduais, os planos microrregionais, planos de regiões metropolitanas ou de



Relatório Parcial III - 75|113

aglomerações urbanas, os planos intermunicipais de resíduos sólidos. São também previstos planos para gestão integrada de resíduos sólidos intermunicipais bem como planos de gerenciamento de resíduos sólidos

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos, apresentado no Artigo 15 da Lei Federal 12.305, reza que a união elaborará, sob coordenação do Ministério do Meio Ambiente (MMA), o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, com vigência por prazo indeterminado e horizonte de 20 (vinte) anos, a ser atualizado a cada 4 (quatro) anos. O conteúdo mínimo do plano deve ser: o diagnóstico da situação atual dos resíduos sólidos, os cenários existentes, as metas de redução, reutilização e reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada; programas, projetos e ações para o atendimento das metas previstas assim como as normas e condicionantes técnicas para o acesso a recursos da União, para obtenção de seu aval ou para o acesso a recursos administrados, direta ou indiretamente, por entidade federal, quando destinados a ações e programas de interesse de resíduos sólidos.

A elaboração de plano estadual de resíduos sólidos é condição para os Estados terem acesso a recursos da união (Artigo 16), ou a recursos controlados por ela, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à gestão de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou de fomento para tal finalidade. Serão priorizados os Estados e os Municípios (Artigo 18) que instituírem microrregiões para integrar a organização, o planejamento e a execução das ações a cargo de Municípios limítrofes na gestão dos resíduos sólidos.

Estão sujeitos a elaboração do plano de gerenciamento de resíduos sólidos (Artigo 20) os geradores de resíduos sólidos oriundos de serviços públicos de saneamento básico, resíduos industriais, serviços de saúde e resíduos de mineração.

O plano de gerenciamento de resíduos sólidos deve ter minimamente, o que se segue:

I - descrição do empreendimento ou atividade;

II – diagnóstico dos resíduos sólidos gerados ou administrados, contendo a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados;

III - os responsáveis por cada etapa do gerenciamento de resíduos sólidos e os procedimentos operacionais adotados em cada etapa;

IV – identificação das soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores;



Relatório Parcial III - 76|113

V – ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentes;

Dentre os instrumentos previstos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos se inclui o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir). Com relação ao Sinir, no artigo 12 da Lei Federal 12305 está escrito:

“A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios organizarão e manterão, de forma conjunta, o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir) articulado com o Sinisa e Sinima”.

Incumbe aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios fornecer ao órgão federal responsável pela coordenação do Sinir todas as informações necessárias sobre os resíduos sob sua esfera de competência, na forma e na periodicidade estabelecida em regulamento.”

No Capítulo VI que trata das proibições encontra-se:

Artigo 47. São proibidas as seguintes formas de destinação ou disposição final de resíduos sólidos ou rejeitos:

I – lançamento em praias, no mar ou em quaisquer corpos hídricos;

II – lançamento “in natura” a céu aberto, excetuados os resíduos de mineração;

III- queima a céu aberto ou em recipientes, instalações e equipamentos não licenciados para essa finalidade;

IV – outras formas vedadas pelo poder público.



4.3. Lei Estadual 12.300 de 16 de março de 2006 que institui a Política de Resíduos Sólidos no Estado de São Paulo e define princípios e diretrizes.

A Lei Estadual de Resíduos Sólidos adota os princípios da precaução, da sustentabilidade e da responsabilidade.

Em seu Artigo 2º, entre os princípios são listados:

VI – a minimização dos resíduos por meio de práticas ambientalmente adequadas de reutilização, reciclagem, redução e recuperação.

Em seu Artigo 3º que trata dos objetivos dessa Lei está estabelecido:

I – o uso sustentável, racional e eficiente dos recursos naturais;

II – a preservação e a melhoria da qualidade do meio ambiente,

III – reduzir a quantidade e a nocividade dos resíduos sólidos, evitar problema ambientais e de saúde pública por ele gerados e erradicar os “lixões”, “aterros controlados”, “bota-foras” e demais destinações inadequadas.

Para alcançar os objetivos colimados, caberá ao poder público, em parceria com a iniciativa privada:

1. *articular, estimular e assegurar as ações de eliminação, redução, reutilização, reciclagem, recuperação, coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos;*

2. *incentivar a pesquisa, o desenvolvimento, a adoção e a divulgação de novas tecnologias de reciclagem, tratamento e disposição final de resíduos sólidos, inclusive de prevenção à poluição.*

Nos termos dessa Lei (Artigo 6º) que trata do enquadramento dos diferentes resíduos sólidos verifica-se que o lodo proveniente de Estações de Tratamento de Água ETAs e de Estações de Tratamento de Esgotos – ETEs são classificados como resíduos industriais.

No Título II que trata da Gestão dos Resíduos Sólidos pode-se verificar que essa gestão deve ser integrada e compartilhada por meio da articulação entre:

- O poder público;
- Iniciativa privada;
- Demais segmentos da sociedade civil.

Ainda no que se refere à Gestão de Resíduos Sólidos verifica-se que:

Artigo 8º - As unidades geradoras e receptoras de resíduos deverão ser projetadas, implantadas e operadas em conformidade com a legislação e com regulamentação pertinente



Relatório Parcial III - 78|113

devendo ser monitoradas de acordo com projeto previamente aprovado pelo órgão ambiental competente;

Artigo 9º - As atividades e instalações de transporte de resíduos sólidos deverão ser projetadas, licenciadas, implantadas e operadas em conformidade com a legislação em vigor devendo a movimentação de resíduos ser monitorada por meio de registros rastreáveis, de acordo com projeto previamente aprovado pelos órgãos previstos em Lei ou regulamentação específica.

Artigo 10º - As unidades receptoras de resíduos de caráter regional e de uso intermunicipal terão prioridade na obtenção de financiamentos pelos organismos oficiais de fomento.

No artigo 14 são definidas as proibições no que se refere a destinação e utilização de resíduos sólidos. São proibidas:

I – lançamento “in natura” a céu aberto;

II – deposição inadequada no solo;

III – queima a céu aberto;

IV – deposição em áreas sob regime de proteção especial e áreas sujeitas a inundação;

V – lançamento em sistemas de redes de drenagem de águas pluviais, de esgotos, de eletricidade, de comunicações e assemelhados;

VI – infiltração no solo sem tratamento prévio e projeto aprovado pelo órgão de controle estadual competente;

Utilização para alimentação animal;

VIII – utilização para alimentação humana;

IX – encaminhamento de resíduos de serviços de saúde para disposição final em aterros, sem submetê-los previamente a tratamento específico, que neutralize sua periculosidade.

Artigo 17º - A importação, a exportação e o transporte interestadual de resíduos, no Estado, dependerá de prévia autorização dos órgãos ambientais competentes.

Parágrafo único: Os resíduos sólidos gerados no Estado somente poderão ser enviados para outros Estados da Federação, mediante prévia aprovação do órgão ambiental do Estado receptor.

No Capítulo II que trata dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos fica estabelecido que: o plano deve ser elaborado pelo gerenciador, apresentado a cada 4 (quatro)



Relatório Parcial III - 79|113

anos sendo parte integrante do processo de licenciamento da atividade. No plano de gerenciamento é prevista a compostagem como uma das medidas para o gerenciamento de resíduos sólidos. Também é estabelecido que as áreas para as futuras instalações de recebimento de resíduos devem estar em consonância com os Planos Diretores e legislação de uso e ocupação do solo.



4.4. Lei Estadual 18031 de 12 de janeiro de 2009 que define a Política de Resíduos Sólidos no Estado de Minas Gerais

No Estado de Minas Gerais, a Política de Resíduos Sólidos tem como base as normas e diretrizes estabelecidas pela Lei Estadual 18031 de 12/01/2009, em consonância com as políticas estaduais existentes para o meio ambiente, educação ambiental, recursos hídricos, saneamento básico, saúde, desenvolvimento econômico, desenvolvimento urbano e promoção da inclusão social. Também se aplicam aos resíduos sólidos as normas homologadas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA-, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA -, do Sistema Nacional de Metrologia e Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO - e da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

No Artigo 4º dessa Lei são apresentadas várias definições. Dentre elas:

IV – compostagem – o processo de decomposição biológica de fração orgânica biodegradável de resíduos sólidos, efetuado por uma população diversificada de organismos em condições controladas, até a obtenção de um material humificado e estabilizado;

V – Consórcio público o contrato firmado entre Municípios ou entre Estado e Municípios para, mediante a utilização de recursos materiais e humanos de que cada um dispõe, realizar conjuntamente a gestão dos resíduos sólidos, observando o disposto na Lei Federal;

VII- destinação final o encaminhamento dos resíduos sólidos para que sejam submetidos ao processo adequado, seja ele a reutilização, o reaproveitamento, a reciclagem, a compostagem, a geração de energia, o tratamento ou a disposição final, de acordo com a natureza e as características dos resíduos e de forma compatível com a saúde pública e a proteção ao meio ambiente;

VIII - disposição final de resíduos sólidos: a disposição dos resíduos sólidos em local adequado, de acordo com critérios técnicos aprovados no processo de licenciamento ambiental pelo órgão competente.

XXIII – resíduos sólidos os resíduos em estado sólido ou semi-sólido resultantes de atividade industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição, inclusive os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água e os resíduos gerados em equipamentos e instalações de controle da poluição, bem como determinados líquidos cujas



Relatório Parcial III - 81|113

particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água.

XXXIII – tratamento o processo destinado à redução de massa, volume, periculosidade ou potencial poluidor dos resíduos sólidos, que envolve alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas;

XXXV – unidade receptora de resíduos sólidos a instalação licenciada pelos órgãos ambientais para a recepção, a segregação e o acondicionamento temporário de resíduos sólidos;

XXXVI – valorização de resíduos sólidos a requalificação do resíduos sólido como subproduto ou material de segunda geração, agregando-lhe valor por meio da reutilização, do reaproveitamento, da reciclagem, da valorização energética ou do tratamento para outras aplicações.

Ainda No Artigo 4º-E, pode-se verificar que:

“A existência de Política de Resíduos Sólidos no âmbito do município é fator condicionante para a transferência voluntária de recursos e a concessão de financiamento por parte do Estado para a implementação e a manutenção de projetos de destinação final ambientalmente adequada”.

Dentre os princípios e diretrizes dessa Lei se encontram: a reciclagem, o tratamento, a destinação final ambientalmente adequada e a responsabilidade socioambiental compartilhada entre poder público, geradores, transportadores, distribuidores e consumidores no fluxo de resíduos sólidos. Dentre os objetivos se encontra: estimular soluções intermunicipais e regionais para a gestão integrada de resíduos.

No artigo 17 são elencadas as formas proibidas de destinação final de resíduos sólidos:

I – lançamento “in natura” a céu aberto, sem tratamento prévio, em áreas urbanas e rurais;

II – queima a céu aberto ou em recipientes, instalações ou equipamentos não licenciados para esta finalidade, salvo em caso de decretação de emergência sanitária e desde que autorizada pelo órgão competente;

III – lançamento ou disposição em lagoa, curso d'água, área de várzea, cavidade subterrânea ou dolina, terreno baldio, poço, cacimba, rede de drenagem de águas pluviais, galeria de esgoto, duto condutor de eletricidade ou telefone, mesmo que abandonados, em área sujeita a inundação e em área de proteção ambiental integral.



Relatório Parcial III - 82|113

Artigo 19 – O solo e o subsolo somente poderão ser utilizados para armazenamento, acumulação, tratamento e disposição final de resíduos sólidos se essas ações forem feitas de forma técnica e ambientalmente adequada e autorizadas pelo órgão ambiental competente.

Artigo 29 – Os geradores de resíduos sólidos são responsáveis pela gestão dos mesmos.

No que se refere aos planos para Gestão de resíduos sólidos fica estabelecido que:

“Os municípios poderão estabelecer consórcios intermunicipais para a elaboração do Plano de Gestão integrada de resíduos sólidos”.

Artigo 40 – É de responsabilidade dos órgãos ambientais e municipais, em função da competência designada para atividades de impacto regional ou local, o controle ambiental compreendendo o licenciamento e a fiscalização, sobre todo e qualquer sistema, público ou privado, de geração, coleta, transporte, tratamento de resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos.

No que se refere a classificação dos resíduos, a Lei Estadual 18301 remete à classificação dos resíduos para a ABNT NBR 10004/2004 e, nesse caso, o lodo gerado pelas ETEs deve ser classificado como classe IIA, não perigoso e não inerte.



4.5. Considerações gerais sobre a Lei Federal e as Leis Estaduais de São Paulo e Minas Gerais para Políticas de Resíduos Sólidos.

No âmbito dos interesses do Consorcio do PCJ, no que tange ao gerenciamento dos lodos de ETAs e ETEs, algumas importantes observações, muitas vezes comuns entre a Leis aqui abordadas, devem ser pinçadas e comentadas, são elas:

- A gestão dos resíduos é de responsabilidade indissociável dos seus geradores;
- É proibida a destinação ou disposição final de resíduos sólidos no ambiente, incluindo corpos hídricos, queima a céu aberto, “in natura” no solo ou qualquer outra forma de destinação que não seja objeto de análise e aprovação pelo Órgão Ambiental competente;
- Alternativas técnicas para tratamento e destinação final de resíduos que valorizam amplamente princípios da reciclagem e reutilização incluem como técnicas para alcançar estes objetivos, a compostagem e a valorização energética dos resíduos;
- É de fundamental importância a elaboração de um plano de gerenciamento dos resíduos sólidos de interesse a ser submetido a aprovação pelo Órgão Ambiental Competente;
- Há um claro incentivo a formação de consórcios intermunicipais para o tratamento e gerenciamento dos resíduos sólidos no âmbito regional, criando inclusive a possibilidade de acesso a linhas especiais de financiamento junto a órgãos oficiais de fomento. Esta é uma observação de impacto direto sobre o conceito de UGL (Unidade de Gerenciamento de Lodo), com grande significado para os interesses na gestão dos lodos de ETAs e ETEs nos Municípios presentes nas Bacias do PCJ;
- Na bacia do PCJ existem Municípios localizados nos Estados de Minas Gerais e São Paulo, sendo importante a constatação que o eventual interesse em se trazer lodos de um Estado para o outro, será objeto de análise específica do Órgão Ambiental dos Estados envolvidos.



4.6. A reciclagem na agricultura do lodo proveniente do tratamento de esgotos sanitários

No caso da disposição racional do lodo de esgoto em solo agrícola existem 2 (duas) possibilidades:

- Considerando o lodo de esgoto como resíduo e
- A elaboração de um produto fertilizante orgânico à partir do tratamento do lodo de esgoto ou sua inserção como matéria prima.



4.6.1. Lodo como resíduo: A Resolução CONAMA 375/2006

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) estabeleceu, em 1999, normas técnicas para regulamentar o uso de lodos de tratamento biológico (norma técnica P4.230) e lodos de curtumes (P4.233) em áreas agrícolas. Nessas normas são consideradas as características químicas e microbiológicas dos resíduos e aspectos relacionados à interação solo resíduo avaliados em ensaios de laboratório. Essas normas foram estabelecidas com base em normas americana, canadense e da comunidade européia para o uso de lodos de esgoto no solo agrícola.

Em 30 de agosto de 2006 foi publicada pelo CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) a Resolução 375 que define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados e que leva em consideração alguns aspectos do lodo gerado. Entre eles:

- I. *o potencial agrônômico (a quantidade de macro e micronutrientes contidos no lodo e também o conteúdo orgânico);*
- II. *a presença de substâncias inorgânicas potencialmente tóxicas (Arsênio, Bário, Cádmió, Chumbo, Cobre, Cromo, mercúrio, Molibdênio, Níquel, Selênio e Zinco);*
- III. *A presença de indicadores bacteriológico e agentes patogênicos (coliformes termotolerantes, presença de salmonellas, ovos viáveis de helmintos e vírus);*
- IV. *A estabilidade (medida pela relação sólidos voláteis e sólidos totais for inferior a 0,70).*

Convém salientar que os critérios estabelecidos pela Resolução 375 do CONAMA são semelhantes aos que constam da Norma P4.230 de CETESB (1999).

No Artigo 9º da Resolução 375 do CONAMA, está definido que:

Art. 9º A aplicação de lodo de esgoto e produtos derivados no solo agrícola somente poderá ocorrer mediante a existência de uma UGL (Unidade Gerenciadora de Lodo) devidamente licenciada pelo órgão ambiental competente.



Relatório Parcial III - 86|113

§ 1º O licenciamento ambiental da UGL deve obedecer aos mesmos procedimentos adotados para as atividades potencialmente poluidoras e/ou modificadoras do meio ambiente, exigidos pelos órgãos ambientais competentes.

§ 2º O licenciamento ambiental da UGL contemplará, obrigatoriamente, as áreas de aplicação.

§ 3º O processo de licenciamento deve prever mecanismos de prestação de informações à população da localidade em que será utilizado o lodo de esgoto ou produto derivado sobre: os benefícios, os riscos, o tipo e classe de lodo de esgoto ou produto derivado empregado, os critérios de aplicação, os procedimentos para evitar a contaminação do meio ambiente e do homem por organismos patogênicos e o controle da proliferação de animais vetores.

A concentração máxima admitida de contaminantes inorgânicos em lodo de esgoto e seus produtos derivados, previstos pela Resolução CONAMA 375, e que são apresentados na Tabela 5.5b. 1 constam do Art. 11 que trata dos Requisitos Mínimos de Qualidade do Lodo de Esgoto ou Produto Derivado Destinado a Agricultura. Os contaminantes biológicos e suas quantidades são apresentados na Tabela 5.5b. 2. A quantidade de coliformes termotolerantes, de ovos viáveis de helmintos, salmonellas e vírus classifica o lodo de esgoto em classe A e B e, à partir dessa classificação, são feitas restrições ao uso desse lodo em áreas agrícolas.

Tabela 5.5b. 1 - Concentração máxima de contaminantes inorgânicos permitidos em lodos de esgoto para uso em áreas agrícolas

Substância inorgânica	Concentração Máxima permitida no lodo de esgoto ou produto derivado (mg/kg, base seca)
Arsênio	41,00
Bário	1300
Cádmio	39
Chumbo	300
Cobre	1500
Cromo	1000
Merúrio	17
Molibdênio	50
Níquel	420
Selênio	100
Zinco	2800

Tabela 5.5b. 2 - Classes de lodo ou produto derivado em função da presença de agentes patogênicos

Tipo de lodo de esgoto ou produto derivado	Concentração de patógenos
A	Coliformes termotolerantes 10^3 NMP/gST (número mais provável por grama da matéria seca) Ovos viáveis de helmintos $0,25$ ovo/g de ST Salmonella: ausência em 10g de ST Vírus $0,25$ UFP ou UFF/g de ST
B	Coliformes termotolerantes 10^6 NMP/gST (número mais provável por grama da matéria seca) Ovos viáveis de helmintos 10 ovos/g de ST

ST = sólidos totais; NMP = número mais provável; UFF = unidade formadora de foco; UFP = unidade formadora de placa

Ainda no Artigo 11 merece destaque:

“decorridos 5 anos a partir da data de publicação da Resolução 375 do CONAMA, somente será permitida a aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado classe A, exceto



Relatório Parcial III - 88|113

sejam propostos novos critérios ou limites baseados em estudos de avaliação de risco e dados epidemiológicos nacionais, que demonstrem segurança do uso do lodo de esgoto classe B”.

Na Seção IV que trata das culturas Aptas a Receberem Lodo de Esgoto ou Produto Derivado *tem-se no Art. 14*

“A utilização de lodo de esgoto ou produto derivado enquadrado como classe B é restrito ao cultivo de café, silvicultura, culturas para produção de fibras e óleos, com a aplicação mecanizada, em sulcos ou covas, seguida de incorporação respeitada as restrições locais e outras”.

No artigo 16 da Resolução CONAMA está definido que: *“Toda aplicação de lodo de esgoto e produtos derivados em solos agrícolas deve ser, obrigatoriamente, condicionada à elaboração de um projeto agrônomo para as áreas de aplicação, firmado por profissional devidamente habilitado, que atenda aos critérios e procedimentos previamente estabelecidos”.* Esses critérios, que constam do ANEXO VIII da Resolução CONAMA, são:

- 1. Caracterização da instalação de tratamento de esgoto – ETE ou UGL*
- 2. Caracterização do lodo de esgoto ou produto derivado;*
- 3. Caracterização das áreas de aplicação de lodo de esgoto quanto à localização contendo as respectivas plantas planialtimétricas, a caracterização do solo quanto aos parâmetros de fertilidade e metais pesados sendo que as amostras coletadas para a caracterização do solo devem ser georeferenciadas.*
- 4. Taxa de aplicação,*
- 5. Armazenamento e transporte do lodo,*
- 6. Planos de aplicação e manejo,*
- 7. Relatório de operação;*
- 8. Monitoramento do lodo e do solo das áreas de aplicação;*
- 9. Anotação de responsabilidade técnica do projeto agrônomo.*

A seção X da Resolução trata das Responsabilidades. O Artigo 23 diz que: *“São de responsabilidade do gerador e da UGL o gerenciamento e o monitoramento do uso agrícola do lodo de esgoto ou produto derivado”.*



Relatório Parcial III - 89|113

Artigo 26 – Para fins da fiscalização, a UGL deverá manter em arquivo todos os documentos referidos na Resolução 375 do CONAMA, em especial os projetos agrônômicos, relatórios e resultados de análises e monitoramento, por um prazo mínimo de dez anos.

Artigo 27 – As informações previstas na Resolução CONAMA integrarão um banco de dados, organizado e mantido pelo órgão ambiental licenciador, que deverá garantir a ampla divulgação e utilização de seus dados.

§ 1º A UGL deverá encaminhar ao órgão ambiental licenciador os resultados dos monitoramentos de solo e lodo de esgoto.

§ 2º A UGL deverá informar, anualmente, ao órgão ambiental licenciador as propriedades que receberam lodo de esgoto, produtos derivados e respectivas quantidades, que deverá torná-los públicos, preferencialmente por meio eletrônico.

Com relação à Resolução 375 do CONAMA merecem destaque:

1. A não exigência de pré-aprovação dos projetos agrônômicos pelo órgão ambiental, entretanto os mesmos devem ser elaborados e disponibilizados para Fiscalização.

No entanto, no Estado de São Paulo, o Decreto 8468/1976, que regulamenta a Lei 997/1976, traz em seus artigos 51 a 54 o que se segue:

Art. 51 – Não é permitido depositar, dispor, descarregar, enterrar, infiltrar ou acumular no solo resíduos, em qualquer estado da matéria, desde que poluentes, na forma estabelecida no artigo 3º deste Regulamento;

Art. 52 - O solo somente poderá ser utilizado para destino final de resíduos de qualquer natureza, desde que sua disposição seja feita de forma adequada, estabelecida em projetos específicos de transporte e destino final, ficando vedada a simples descarga ou depósito, seja em propriedades pública ou particular.

Art. 53 – Os resíduos de qualquer natureza, portadores de patogênicos, ou de alta toxicidade, bem como inflamáveis, explosivos, radioativos e outros prejudiciais, a critério da



Relatório Parcial III - 90|113

CETESB⁶, deverão sofrer, antes de sua disposição final no solo, tratamento e/ou condicionamento, adequados, fixados em projetos específicos, que atendam aos requisitos de proteção de meio ambiente.

Art. 54 - Ficam sujeitos à aprovação da CETESB os projetos mencionados nos artigo 52 e 53, bem como a fiscalização de sua implantação, operação e manutenção.

Em função desse Decreto cria-se, no Estado de São Paulo, a necessidade da pré aprovação, pela CETESB, de projetos agrônômicos para reciclagem de lodo de esgoto no solo agrícola.

2. Ainda com relação à Resolução 375 do CONAMA é importante reiterar que a partir de setembro/2011 não mais será permitido a reciclagem do chamado lodo classe B, criando a necessidade de pré tratamento do mesmo, que possibilite sua higienização antes de ser destinado a agricultura.

3. No Estado de São Paulo, a Decisão de Diretoria no 388/2010/P de 21/12/2010 da CETESB que dispõe sobre a aprovação de premissas e diretrizes para a aplicação de resíduos e efluentes no solo agrícola apresenta em seu artigo 2.4.1 o que se segue:

A unidade de Gerenciamento do Lodo (UGL) deve ser considerada a própria Estação de tratamento de esgotos (ETE) e a UGL situada fora das dependências da ETE, deve ser licenciada como unidade de processamento de resíduos, à parte do licenciamento da ETE

Ainda considerando a Decisão de Diretoria no 388/2010/P da CETESB de 21 de dezembro de 2010 deve ser dado ênfase ao Artigo 1.13 que diz que:

A aplicação no solo agrícola de resíduos ou efluentes que possuam registro no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA- como fertilizante não depende de manifestação da CETESB uma vez que resíduos ou efluentes registrados no MAPA são enquadrados como produto agrônômico.

⁶ CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, órgão responsável pelo controle da poluição no Estado.



4.6.2. A legislação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA – para fertilizantes orgânicos

O Decreto nº 4954 de 14 de janeiro de 2004, que regulamenta a Lei no 6894, de 16 de dezembro de 1980, dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados a agricultura. Nesse Decreto é definido:

“Fertilizante orgânico composto: produto obtido por processo físico, químico, físico-químico ou bioquímico, natural ou controlado, a partir de matéria-prima de origem industrial, urbana o rural, animal ou vegetal, isoladas ou misturadas, podendo ser enriquecido de nutrientes minerais, princípio ativo ou agente capaz de melhorar suas características físicas, químicas ou biológicas”.

No artigo 16º desse Decreto é estabelecido:

“Não estará sujeito a registro o material secundário obtido em processo industrial, que contenha nutrientes de plantas e cujas especificações e garantias mínimas não atendam às Normas desse Regulamento e de atos administrativos próprios”.

§ 1º Para a sua comercialização, será necessário autorização do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, devendo o requerente, para esse efeito, apresentar pareceres conclusivos do órgão de meio ambiente e de uma instituição oficial ou credenciada de pesquisa sobre a viabilidade de seu uso, respectivamente em termos ambiental e agrícola.

Na Instrução Normativa 25 de 23 de julho de 2009 que aprova as Normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados a agricultura é definido no Art 1º inciso I:

“lodo de esgoto: matéria prima proveniente do sistema de tratamento de esgotos sanitários, possibilitando um produto de utilização segura na agricultura, atendendo aos parâmetros estabelecidos no Anexo III e aos limites estabelecidos para contaminantes que são estabelecidos pela Instrução Normativa 27 de 05/06/2006”.

No inciso IV do Artigo 2º que trata da classificação de fertilizantes é estabelecido que:



Relatório Parcial III - 92|113

“Classe “D”: fertilizante orgânico que em sua produção utiliza qualquer quantidade de matéria prima oriunda do tratamento de despejos sanitários, resultando em produto de utilização segura na agricultura”.

O Anexo III a que remete inciso I do Artigo 1º trata das garantias mínimas para fertilizantes orgânicos compostos. Essas garantias são apresentadas pela Tabela 5.5b. 3. Enquanto que os limites de contaminantes são apresentados na Tabela 5.5b. 4.

Tabela 5.5b. 3 - Especificações dos fertilizantes orgânicos compostos (Valores expressos em base seca a 65°C, à exceção do nutriente nitrogênio, do pH e da relação C/N que devem ser expressos no material original)

Garantia	Valor
Umidade (máxima)	70%
N total (mínimo) ⁽¹⁾	0,5%
Carbono orgânico total (mínimo)	15%
CTC (capacidade de troca catiônica)	Conforme declarado
pH (mínimo) ⁽¹⁾	6,0
Relação C/N (máxima) ⁽¹⁾	20
Relação CTC/C	Conforme declarado
Outros nutrientes	Conforme declarado

⁽¹⁾ Teores expressos no material original

Tabela 5.5b. 4 - Limites máximos de contaminantes admitidos em fertilizantes orgânicos

Contaminante	Valor máximo admitido
Arsênio (mg/kg)	20,00
Cádmio (mg/kg)	3,00
Chumbo (mg/kg)	150,0
Cromo (mg/kg)	200,00
Mercúrio (mg/kg)	1,00
Níquel (mg/kg)	70,00
Selênio (mg/kg)	80,00
Coliformes termotolerantes – número mais provável por grama da matéria seca (NMP/g de MS)	1.000
Ovos viáveis de helmintos – número por 4 gramas de sólidos totais (no em 4 ST)	1,00
Salmonella sp	Ausência em 10g de matéria seca



Comparando-se a Tabela 5.5b. 4 do MAPA para limites de contaminantes permitidos em fertilizantes classificados como orgânico composto e a Tabela 5.5b. 1 de limites para contaminantes permitidos em lodos de esgoto e produtos derivados pela Resolução CONAMA 375/2006, verifica-se ser o MAPA muito mais restritivo quanto a esses elementos.

Para atender as garantias mínimas de produto a ser registrado pelo MAPA há necessidade de se promover o condicionamento/tratamento do lodo gerado na ETE. Dentre as alternativas técnicas para tratamento do lodo pode-se citar:

- 1 – secagem térmica;
2. a compostagem termofílica ou
- 3 - tratamento do lodo com cal virgem para higienização.

No caso da compostagem termofílica, o benefício agrônômico do produto final obtido é maior.

As restrições de uso impostas pelo MAPA para os fertilizantes orgânicos classe “D” são:

“Aplicação somente através de equipamentos mecanizados. Durante o manuseio e aplicação, deverão ser utilizados equipamentos de proteção individual (EPI). O uso desses fertilizantes é proibido em pastagens e cultivo de olerícolas, tubérculos e raízes e culturas inundadas, em como as demais culturas cuja parte comestível entre em contato com o solo”.

Embora o controle de qualidade de insumos agrícolas exigido pelo MAPA seja rigoroso a dispensa de projetos para aplicação, no Estado de São Paulo, torna a opção de transformação de resíduo em produto registrado muito interessante considerando uma possível simplificação no gerenciamento de resíduos sólidos. Convém salientar que, para o MAPA, o registro é feito considerando o uso seguro do produto em áreas agrícolas.



4.7. Considerações sobre a legislação existente e a destinação a ser dada ao lodo produzido pelas estações de tratamento de esgoto presentes na bacia do PCJ.

- Considerando o lodo como resíduo: A Resolução Conama 375/2006 é instrumento legal que possibilita a utilização do lodo de esgoto sanitário gerado em uma ou mais UGLs localizadas na bacia do PCJ uma vez que, existem áreas agrícolas aptas em quantidade suficiente para a disposição desse resíduo;
- É importante salientar que já a partir de setembro/2011 somente será permitida a reciclagem agrícola do chamado lodo de esgoto Classe A, o que invariavelmente irá remeter os lodos gerados na Bacia do PCJ a qualquer tipo adicional de tratamento;
- Obtendo um produto a partir do lodo de esgoto: O atendimento aos dispositivos regulamentares do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento permite o enquadramento do lodo de esgoto sanitário, devidamente tratado por tecnologia adequada, como um produto de uso seguro na agricultura. Esta alternativa parece interessante tendo em vista a simplificação, do ponto de vista legal, de toda a gestão do resíduo. Considerando que a Resolução Conama 375/2006 enumera procedimentos que visam eminentemente a mitigação de riscos, é notório que o tratamento e eliminação dos fatores de risco ainda na UGL, como prega o MAPA, parece mais racional.



4.8. Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Fórum Nacional de Normatização NBR-10004. Resíduos Sólidos. 1987. 63p.

BRASIL. Lei Federal n. 12305 de 02 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF, 2010.

BRASIL. Lei n. 6894 de 16 de dezembro de 1980. Dispões sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, destinados a agricultura, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1980.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto Federal n. 4954 de 14 de janeiro de 2004. Dispões sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes destinados à agricultura. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 27, de 05 de junho de 2006. Estabelece nos Anexos I, II, III, IV e V os limites no que se refere as concentrações máximas admitidas para agentes fitotóxicos, patogênicos ao homem, animais e plantas, metais pesados tóxicos, pragas e ervas daninhas. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 25, de 23 de julho de 2009. Aprova as normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem, e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados a agricultura. Diário Oficial da União, Brasília, DF, julho 2010.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Aplicação de lodos de tratamento biológico em áreas agrícolas: critérios para projeto e operação. Norma Técnica P4.230, agosto de 1999, 32p.



Relatório Parcial III - 96|113

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Aprovação de premissas e diretrizes para a aplicação de resíduos e efluentes em solo agrícola no Estado de São Paulo. Decisão de Diretoria 388/2010/P de dezembro de 2010.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Lodos de curtume: critérios para uso em áreas agrícolas e procedimentos para apresentação de projetos. Norma Técnica P4.233, agosto de 1999, 35p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução 375: Define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodo gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, agosto 2006.

MINAS GERAIS (Estado) Lei Estadual nº 18031 de 12 de janeiro de 2009. Política Estadual de Resíduos Sólidos - Minas Gerais, 2009.

SÃO PAULO (Estado). Decreto Estadual n. 8468. Aprova o regulamento da lei 997 de 31 de maio de 1976 que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente. São Paulo, setembro, 2006.

SÃO PAULO (Estado). Lei Estadual n. 997 de 31 de maio de 1976. Dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente. São Paulo, 1976.

SÃO PAULO (Estado). Lei Estadual nº 12300 de 16 de março de 2006. Política Estadual de Resíduos Sólidos – São Paulo, 2006.

SÃO PAULO (Estado). Leis, decretos, etc. Legislação Estadual: controle da poluição ambiental – Estado de São Paulo (atualizado até março de 1992). São Paulo, CETESB, 1992. 267p.



5. ITEM 5.6 - APRESENTAR INDICAÇÃO TÉCNICA DOS LODOS DAS ETAS PARA USO INDUSTRIAL, CONSIDERANDO:

- Identificar as áreas potenciais de recebimento de lodos, por exemplo:
 - (a) Os polos ceramistas existentes na área da bacia PCJ e das regiões adjacentes, neste último caso, considerando o custo do transporte separado do custo de tratamento e/ou destinação final;
 - (b) Identificar alternativas dos lodos das ETAs a serem utilizados no processamento para fabricação de artefatos de concreto;
 - (c) Identificar outros setores produtivos, por exemplo, a geração de energia elétrica.

As atividades de abastecimento de água para consumo humano, aqui denominado indústria da água de abastecimento, quando utiliza o tratamento completo ou convencional (coagulação, floculação, decantação e filtração), transforma água inadequada para o consumo humano em um produto que esteja em acordo com o padrão de potabilidade, utilizando, para isso, processos e operações com a introdução de produtos químicos, gerando resíduos. Estes têm origem nos decantadores, na lavagem dos filtros e na lavagem dos tanques de preparação de soluções e suspensões de produtos químicos.

Vários questionamentos sobre as características, produção e impactos ambientais desses resíduos ainda não possuem respostas satisfatórias que possibilitem o equacionamento do problema. Isto se deve à grande carência de pesquisas científicas e tecnológicas sobre o tema, e os poucos dados existentes no Brasil estão totalmente dispersos, o que dificulta as ações nesse campo. Além disso, não existe, por parte da grande maioria dos técnicos envolvidos no setor, conscientização efetiva sobre a importância do assunto.

A indústria da água tem questionado, cada dia mais, a preservação da qualidade da água bruta captada, através de ações que lhe garanta a proteção dos mananciais, e, por outro lado, lança seus resíduos no corpo d'água mais próximo, sem se preocupar com os questionamentos levantados anteriormente, o que mostra certa incoerência.

Como é de conhecimento, os resultados apresentados a respeito da estimativa de geração de lodos de ETAs no contexto da indústria da água nas Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá remetem a metodologias empíricas que consideram em seu processamento de cálculo, variáveis relacionadas à qualidade do manancial de abastecimento de água e ao tipo/dosagem de produtos químicos utilizados. Ou seja, quanto mais comprometida for à



Relatório Parcial III - 98|113

qualidade do manancial em análise, mais geração de lodo de ETAs ocorrerá em base relativa (massa de sólidos precipitada em volume de água tratada – kg/m^3). Neste sentido, mananciais que apresentam qualidade excelente (águas subterrâneas, lagos, represas etc...) com classificação e configuração comprovadamente de preservação e conservação (manancial tipo Classe 01) possuem potencial para não haver geração de lodos de ETA, se o tipo de tratamento requerer somente uma desinfecção por exemplo.

Os resíduos de lodos de ETA caracterizam-se por possuírem grande umidade, geralmente maior que 95%, estando, de maneira geral, sob forma fluída. Um dos objetivos de trabalhar com esse resíduo seria a redução de seu volume, para que o mesmo possa ser disposto de forma adequada, diminuindo custos de transporte, disposição final e, obviamente, os riscos de poluição do meio ambiente. Esses resíduos têm características diferentes, como também frequências de descargas distintas, o que influencia no processo de tratamento ou “desidratação”. Assim, o desaguamento e desidratação, ou seja, remoção de parcela de água do lodo tem por objetivo a redução do volume. (PROSAB, 1999)⁷.

A quantidade e as características dos lodos gerados em ETAs convencionais variam significativamente em função da qualidade da água bruta a ser tratada e do tipo e dosagem dos produtos químicos utilizados no processo de coagulação dessa água. Ou seja, depende das características do manancial e dos insumos utilizados no tratamento de suas águas. Além disso, deve-se considerar que um mesmo manancial (principalmente rios) pode apresentar variações significativas na qualidade da água bruta, como exemplo, mudanças de turbidez, as quais influem marcadamente não só na quantidade como nas características do lodo formado no sistema de tratamento de água.

Assim, no item anterior (5.4) foram calculados, diante da metodologia adotada, a geração relativa dos principais rios da Bacia PCJ, que varia entre $340,677 \text{ g}/\text{m}^3$ de água tratada (rio Jundiá na captação do município de Campo Limpo Paulista) e $60,14 \text{ g}/\text{m}^3$ de água tratada (rio Jaguari na captação do município de Bragança Paulista).

A tabela a seguir mostra os impactos típicos do manancial sobre a produção relativa de resíduos em g/m^3 de água tratada, na América do Norte.

⁷ REALI, M.A.P et al. Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água. ABES: Projeto PROSAB, Rio de Janeiro, 1999.

Tabela 5.6. 1 - Impactos típicos do manancial sobre a geração do lodo de ETA

Tipo de Manancial	Faixa de Produção de Resíduos (g de Sólidos Secos por m ³ de Água Tratada)
Água de reservatório com boa qualidade	12-18
Água de reservatório com média qualidade	18-30
Água de rios com qualidade média	24-36
Água de reservatórios com qualidade ruim	30-42
Água de rios com qualidade ruim	42-54

Fonte: DOE, P.W. (1990).⁸

No presente trabalho foi avaliado que o ponto de captação do rio Jaguari no município de Bragança Paulista, em termos de qualidade nos parâmetros Turbidez e Cor, apresentou um resultado de produção de resíduos de 60,14 g/m³. Conclui-se que, nas condições de qualidade definidas pela tabela acima, o rio Jaguari no ponto de captação do município de Bragança Paulista é considerado como água de rios com qualidade ruim. Verificando este contexto dentro da Figura a seguir que aponta o Enquadramento dos Corpos d'Água, diante do Plano de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Jundiá e Capivari (2010-2020), elaborado pela COBRAPE, podemos afirmar que um manancial Classe 2 poderá ser considerado como de água de qualidade ruim para efeito dos padrões norte-americanos. Ou seja, nem sempre um manancial classificado como Classe 2 pode ser considerado um manancial com baixa geração de resíduos em se tratando de lodo de ETA.

Nesta lógica é importante destacar que na medida que a qualidade dos mananciais de captação de água bruta tenderem para uma melhoria efetiva (não somente a melhoria na classificação dos mananciais), a geração de resíduos de lodo de ETA tende a diminuir consideravelmente. Para que isto ocorra, uma das variáveis na melhoria da qualidade dos mananciais é exatamente aumento no índice e na ecoeficiência (aumento da eficiência do sistema de tratamento e condicionamento para reúso de água) do tratamento de esgotos domésticos e não domésticos no contexto da Bacia PCJ. Todavia, o aumento do índice e da ecoeficiência certamente levará ao aumento na geração de resíduos de lodo de ETE, o que proporcionará um paradigma de fato para a questão de gerenciamento dos resíduos de lodos de ETAs e ETEs.

⁸ DOE, P.W. (1990). Water Treatment Plant Waste Management, In: PONTIUS, F. W., ed. *Water Quality and Treatment: A Handbook of Community Water Supplies*. 4. Ed. New York, American Water Works Association, McGraw-Hill.

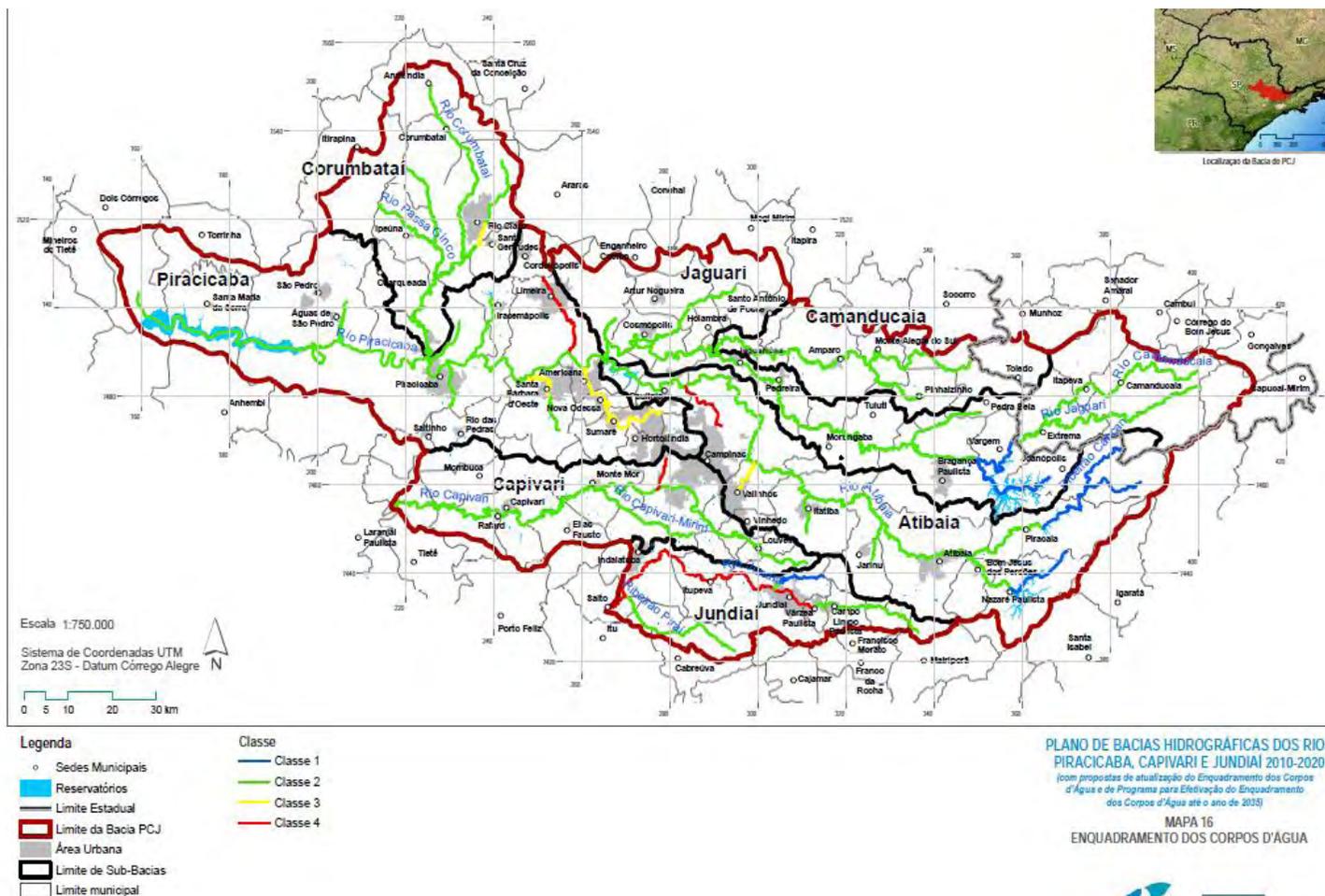


Figura 5.6. 1 - Mapa de Classificação dos Corpos D'água na Bacia do PCJ

Fonte: CONSÓRCIO PCJ E COBRAPE (2010).⁹

⁹ “Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, para o período de 2010 a 2020, com propostas de Atualização do Enquadramento dos Corpos d'Água e de Programa para Efetivação do Enquadramento dos Corpos d'Água até o ano de 2035”. Consórcio PCJ e COBRAPE, 2010 - http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/PB/PCJ_PB-2010-2020_RelatorioFinal.pdf



Relatório Parcial III - 101|113

Enfim, o resultado na geração de lodos de ETAs estabelecida no item (5.4) representa as condições de qualidade dos principais mananciais da Bacia PCJ no atual momento (2010), salientando que os demais mananciais (pequenos córregos, rios, represas etc.) foram estabelecidos como de Classe 2, ou seja, com parâmetros de qualidade (Turbidez e Cor) de acordo a legislação vigente e aplicável em termos de classificação de corpos d'água. Além disso, como é de conhecimento, estes mananciais podem variar ao longo do tempo em termos de qualidade (para melhor ou pior), alterando consequentemente os resultados na geração de lodos de ETAs.



5.1. (a) Identificar as áreas potenciais de recebimento de lodos, por exemplo: os pólos ceramistas existentes na área da bacia PCJ e das regiões adjacentes, neste último caso, considerando o custo do transporte separado do custo de tratamento e/ou destinação final:

Os pólos ceramistas no âmbito dos municípios da UGRHI 05 (Bacia PCJ) estão localizados na região de Limeira e Rio Claro (municípios de Santa Gertrudes, Cordeirópolis, Charqueada). Nas regiões adjacentes têm-se as regiões dos municípios de Porto Ferreira e Estiva Gerbi da UGRHI 09 (Bacia do Mogi-Guaçu).

De forma menos relevante, encontra-se algumas cerâmicas na região de Campinas e Salto que podem ser avaliadas pontualmente, tendo em vista interesses caso a caso no aproveitamento de lodos de ETAs.

A Figura a seguir ilustra os pólos ceramistas mais relevantes que devem ser avaliados visando o aproveitamento de resíduos de lodo de ETAs. Neste sentido, o levantamento das cerâmicas deve levar em conta o atendimento legal destes estabelecimentos perante a CETESB (licenças de operação), incluindo a operação conforme as condicionantes estabelecidas nas licenças ambientais emitidas com observância na instalação adequada de dispositivos tecnológicos quanto aos equipamentos de controle de poluição de emissões atmosféricas.

Vale ressaltar que algumas cerâmicas possuem em suas práticas prevalescentes à introdução de resíduos de lodo de efluentes não domésticos (ETE Industrial em processo físico-químico) e resíduos de cinzas dos fornos e sistemas energéticos (caldeiras, aquecedores etc.) inerentes ao processo industrial. Em tese, estes procedimentos possuem o aval da CETESB e, sendo assim, estas indústrias cerâmicas tornam-se prioritárias no levantamento de potenciais expectativas de soluções de aproveitamento de resíduos de lodo de ETA em produtos cerâmicos.

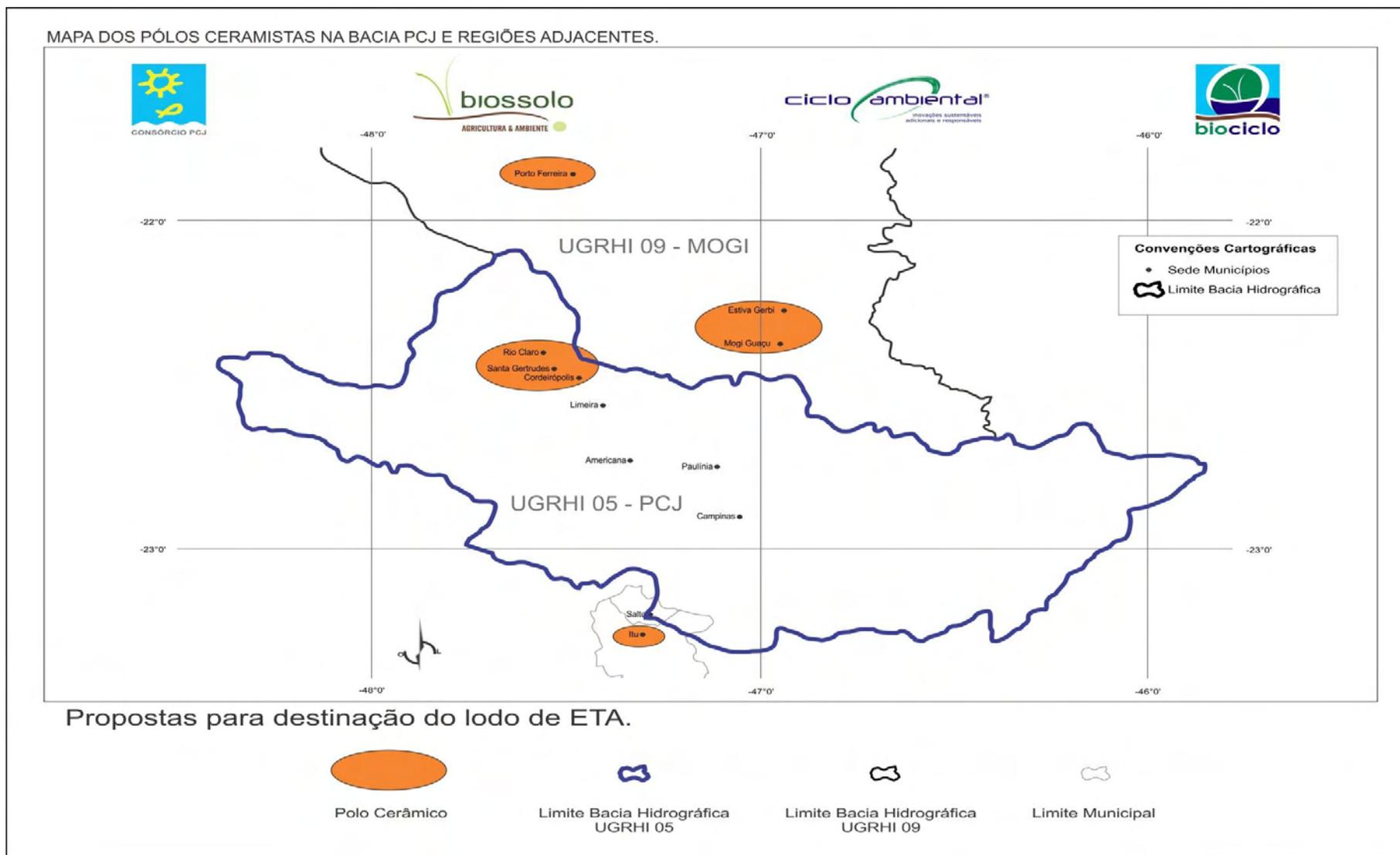


Figura 5.6. 2 - Mapa dos pólos ceramistas na Bacia PCJ e regiões adjacentes.



5.2. (b) Identificar alternativas dos lodos das ETAs a serem utilizados no processamento para fabricação de artefatos de concreto:

Historicamente, os resíduos de lodo de ETAs têm sido lançados nos cursos d'água, direta ou indiretamente. Ultimamente, tal prática tem sido bastante questionada, devido aos possíveis riscos à saúde pública e à vida aquática. Por outro lado, os sistemas comumente utilizados para tratamento dos resíduos estão se tornando mais complexos e onerosos, visto que os padrões de lançamento em cursos d'água e de disposição final em aterros sanitários têm se tornado cada vez mais rígidos. Na Lei de Crimes Ambientais por exemplo (Lei Federal nº 9.605:1998), relativamente às sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, merece destaque a Seção III – Da Poluição e outros Crimes Ambientais, artigo 54, “*causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora*”; pena: reclusão, de 1 a 4 anos, e multa. Sem dúvida, o lançamento direto de resíduos de lodo de ETAs nos cursos d'água infringe esse artigo e todo arcabouço jurídico da legislação ambiental vigente e aplicável, podendo ocasionar sérios aborrecimentos aos responsáveis pelas ETAs.

As alternativas no aproveitamento de lodos de ETAs no processamento para fabricação de artefatos da construção civil podem ser destacadas da seguinte forma:

- incorporação dos lodos de ETAs como insumo em componentes cerâmicos para a indústria da construção civil cujos produtos destacam-se em: pisos, tijolos, blocos, telhas e demais artefatos cerâmicos;
- incorporação dos lodos de ETAs como insumo em componentes não cerâmicos (agregado tipo solo-cimento) para a indústria da construção civil cujos produtos destacam-se em: tijolos, blocos de pisos (*blokrets*), guias de sarjeta e demais artefatos não cerâmicos;
- incorporação dos lodos de ETAs como elemento de sub-base em sistemas de transporte rodoviários e viários urbanos, notadamente para a indústria da construção civil cujos produtos destacam-se em: massa de agregado para sub-base de ruas, avenidas e estradas;
- incorporação dos lodos de ETAs em processos de sinterização para a indústria da construção civil cujos produtos destacam-se em: agregado leve para composição de concreto armado;



Relatório Parcial III - 105|113

- incorporação dos lodos de ETAs no clínquer em processos de co-processamento em fornos rotativos para a indústria cimenteira cujos produtos destacam-se em: cimento portland.

Em relação às 02 (duas) alternativas iniciais, com aproveitamento dos lodos de ETAs como insumo em componentes cerâmicos e não cerâmicos, em meados de 2004, foi concluído um projeto de pesquisa denominado “Projeto BETA” (parceria técnico-científica entre a SANASA, UNICAMP, Prefeitura Municipal de Campinas e Degussa) com o objetivo geral de minimizar e melhorar a qualidade dos resíduos gerados nas Estações de Tratamento de Água 3 e 4 (ETAs 3 e 4 da SANASA) no Distrito de Sousas no município de Campinas, bem como a avaliação de seu potencial uso na construção civil. A pesquisa foi constituída de três subprojetos, dependentes e complementares entre si, cujos objetivos foram:

- Subprojeto BETA-1: Otimização e *scale-up* do tratamento do lodo;
- Subprojeto BETA 2 - Uso do lodo em componentes cerâmicos;
- Subprojeto BETA 3 – Uso do lodo e do entulho reciclado em componentes tipo solo-cimento.

No que tange as conclusões dos Subprojetos BETA 2 e BETA 3 pode-se destacar:

1) Subprojeto BETA-2: uso do lodo em componentes cerâmicos:

i) O lodo gerado no período de estiagem nas Estações de Tratamento de Água ETAs 3 e 4 da SANASA no município de Campinas mostrou-se adequado quanto à sua incorporação como matéria prima em blocos cerâmicos, na razão de 10% (v/v) da massa cerâmica. O mesmo pode, em quantidades moderadas, substituir a argila magra no processo, pois possui características similares a este material, desempenhando assim a função de um agente desplastificante;

ii) Os resultados obtidos no Projeto de Pesquisa (Subprojeto BETA 2), em escala real, demonstraram que os produtos cerâmicos contendo lodo foram aprovados nos testes físicos e mecânicos, de acordo com as Normas Técnicas da ABNT, no que se refere a dimensões, esquadro e planeza das faces, absorção de água e resistência à compressão.

iii) A maioria dos blocos produzidos com a incorporação de 10% de lodo (v/v) foi classificada como Classe 15 (resistência à compressão mínima de 1,5 MPa), de acordo com a NBR 7171 (ABNT, 1992), independentemente de conter ou não carvão ativado em pó (CAP).



Relatório Parcial III - 106|113

iv) A pesquisa foi desenvolvida intencionalmente sob as condições mais desfavoráveis no que diz respeito ao tipo de indústria cerâmica que, mesmo ambientalmente adequada, era semi-artesanal, apresentando controle de qualidade dos processos e produtos relativamente baixo. Isto foi feito a fim de validar sua aplicação mais ampla, uma vez que a grande maioria das indústrias de cerâmica vermelha é deste tipo. Deve-se considerar, também, que as condições de geração de lodo proporcionadas pela SANASA na ETL piloto, foram bastante precárias e mesmo assim, os blocos atenderam as normas técnicas.

v) A viabilidade técnica do uso do lodo das ETAs 3 e 4 da SANASA na cerâmica, em vez de sua disposição em aterro sanitário, ficou, assim, demonstrada. Entretanto, a avaliação da viabilidade ambiental, contemplada no plano inicial da UNICAMP, não foi realizada em função do não cumprimento de alguns quesitos contratuais da SANASA.

2) Subprojeto BETA-3: uso do lodo em componentes não cerâmicos:

i) O não fornecimento por parte da SANASA dos equipamentos necessários ao processamento da matéria prima e à confecção dos tijolos impossibilitaram o desenvolvimento deste Subprojeto. Os resultados preliminares – obtidos a partir de ensaios executados com tijolos precariamente confeccionados em prensa manual, sem adequação prévia da granulometria dos materiais e sem a mistura homogênea dos mesmos – levaram a não conclusão deste Subprojeto.

Ressalta-se no projeto de pesquisa “Projeto BETA” que os ensaios realizados na Cerâmica Piloto relativos à confecção de blocos cerâmicos contendo lodo das ETAs 3 e 4 da SANASA, bem como os ensaios preliminares realizados na UNICAMP relativos à confecção de tijolos tipo lodo-agregado-cimento indicaram a necessidade de se otimizar os processos de separação sólido-líquido utilizados na Estação de Tratamento de Lodo - ETL a fim de se obter uma matéria prima de melhor qualidade, mais adequada aos processamentos propostos, notadamente no que se refere a um menor teor de umidade do lodo e ausência de líquidos livres.

As 03 (três) últimas alternativas, com aproveitamento dos lodos de ETAs como insumo visando agregados na construção civil, são referentes na utilização para sub-base em sistemas viários, como agregado leve para concreto armado e, por fim, na incorporação do clínquer para fabricação de cimento portland.



Relatório Parcial III - 107|113

Desta forma, é comumente conhecido que o concreto tem sido escolhido para receber vários resíduos por ser um material no qual já são tradicionalmente adicionados resíduos como a escória de alto forno, a cinza volante, a sílica ativa, pós de calcário, entre outros.

Dentro da indústria da construção, a produção de cimento e concreto, devido aos elevados volumes, tem sido um grande consumidor de resíduos, cumprindo o papel de neutralizar materiais que, se ficassem na natureza, seriam nocivos.

O Cimento Portland representa o mais caro dos materiais utilizados no concreto e seu custo tem aumentado nos últimos anos devido ao aumento do custo de energia. Como a maioria dos materiais utilizados como adições são subprodutos industriais ou resíduos, obviamente quando se substitui parte do cimento por estes materiais tem-se uma redução do custo do aglomerante e, por consequência, do concreto.

A destinação final destes produtos não tem sido uma prática segura, porque contaminam o meio ambiente em que são colocados. A indústria do cimento e do concreto tem se tornado um veículo preferencial para a disposição de subprodutos, principalmente porque a maioria dos materiais contaminantes, como metais, podem ser seguramente incorporados na hidratação dos produtos do cimento. Outro ponto importante é quanto a poluição que as indústrias de cimento causam, principalmente com relação à emissão de CO₂ e outros poluentes.

No caso do aproveitamento de subprodutos há um grande ganho ambiental devido à redução da produção de cimento, reduzindo-se portanto a poluição gerada pelo processo e também preservando os recursos naturais para as próximas gerações.

Os lodos de ETAs substituem em certa proporção as matérias-primas, pois os principais componentes do cimento são CaO, SiO₂, Al₂O₃ e Fe₂O₃, os quais também podem ser encontrados nos lodos de ETAs. (RICHTER, 2001).

A incorporação direta e sem tratamento prévio de lodo centrifugado de ETA em concreto poderá minimizar de maneira significativa os impactos no meio ambiente advindos da disposição final destes resíduos e reduzir custos. (matrizes de concreto com dosagem de 3% de lodo de ETA).¹⁰

¹⁰ HOPPEN, C.; PORTELLA, K. F.; ANDREOLI, C. V.; SALES, A.; JOUKOSKI, A.; Estudo de incorporação do lodo centrifugado da estação de tratamento de água Passaúna em matrizes de concreto, com dosagem de 3%. 22º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Joinvile, set., 2003. (PUC/PR e SANEPAR)



Relatório Parcial III - 108|113

Segundo GEYER (2001)¹¹ e BROSCH (1976)¹² estuda-se as possibilidades de utilização destes resíduos em substituição parcial do cimento, na confecção de concreto, verificando-se os efeitos nas propriedades do concreto fresco e endurecido, bem como a capacidade desse material reter de forma segura o resíduo inerte.

Um estudo da aplicação dos lodos de ETAs em concretos estruturais, concreto de contrapiso e argamassas de assentamento de resistência moderada produzidos com agregados naturais e agregados de entulho de concreto foi realizado e apresentado na dissertação de Mestrado na UFSCar em 2006.¹³ O estudo concluiu que em termos de resistência à compressão axial, a adição até 4% da massa de lodos de ETAs, substituindo o agregado miúdo natural possibilitou a obtenção de concretos com características semelhantes ao concreto convencional.

A produção de concretos e argamassas com adição conjunta dos lodos de ETAs e de agregados de entulho de concreto mostrou-se ser uma alternativa viável com relação à resistência à compressão axial e à absorção de água.

Assim as estruturas municipais que fazem a reciclagem dos resíduos da construção civil – RDCC podem ser aproveitadas para reciclarem os resíduos dos lodos de ETAs através de um processo de co-reciclagem, eliminando de vez o problema ambiental no descarte deste dois resíduos.

Outra solução está no encapsulamento dos lodos de ETAs e da serragem de madeira em matrizes cimentícias, mas para tanto existe a necessidade de secagem dos lodos de ETAs mais adição de serragem de madeira, óleo (por exemplo: óleo de linhaça cozido) e um aglomerante hidráulico no caso a aplicação de Cimento Portland. O produto final pode ser observado nas fotos a seguir constituindo-se de um compósito com lodo de ETA e serragem de madeira (agregado leve).

¹¹ GEYER, A. L. B., MOLIN, D. D. & CONSOLI, N. C. Adição de cinzas de lodo sanitário gerado na cidade de Porto Alegre ao concreto. In: 40º congresso brasileiro de concreto – REIBRAC, 16. IBRACON – Instituto Brasileiro do Concreto, 2001.

¹² BROSCH, CARLOS D.; ALVARINHO, SÍLVIO B.; SOUZA, HIRAN R. Produção de agregado leve a partir do lodo de esgoto”, In: 8º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, Rio de Janeiro, 1975. Revista DAE/SABESP – Edição nº 104, Rio de Janeiro, 1976.

¹³ SOUZA, F. R. de. Estudo da eco-eficiência de argamassas e concretos reciclados com resíduos de estações de tratamento de água e de construções e demolições. 2006. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, São Carlos – SP, 2006.



Figura 5.6. 3 - Compósito com lodo de ETA e serragem de madeira.

A Figura a seguir ilustra os relevantes locais/sistemas relacionados à reciclagem de resíduos da construção civil – RDCC e Indústria Cimenteira que devem ser avaliados visando o aproveitamento de resíduos de lodo de ETAs. Neste sentido, da mesma forma que as cerâmicas, estes sistemas deve levar em conta o atendimento legal destes estabelecimentos perante a CETESB (licenças de operação), incluindo a operação conforme as condicionantes estabelecidas nas licenças ambientais emitidas com observância na instalação adequada de dispositivos tecnológicos quanto aos equipamentos de controle de poluição de emissões atmosféricas e de ruído.

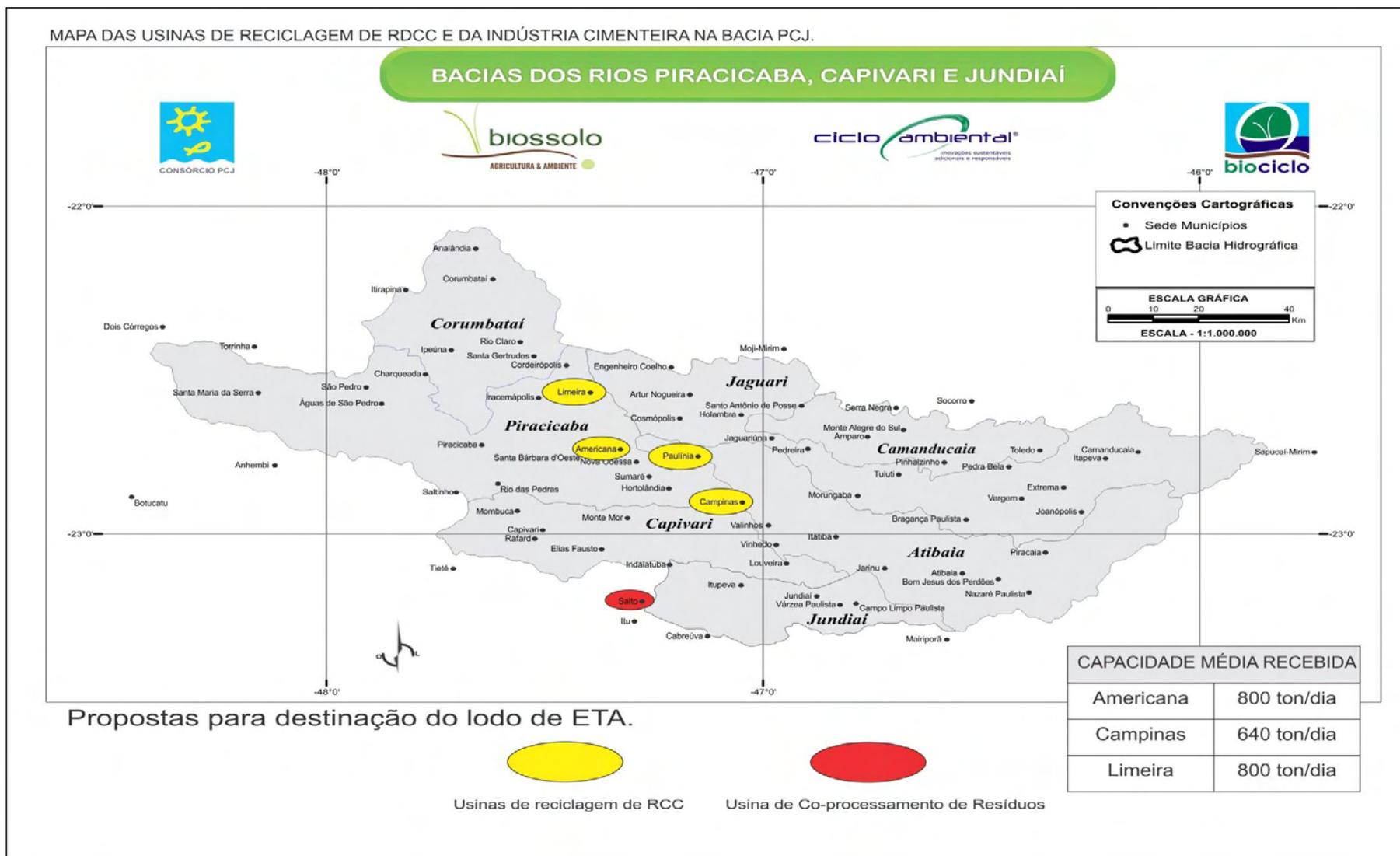


Figura 5.6. 4 - Mapa das usinas de reciclagem de RDCC e da Indústria Cimenteira na Bacia PCJ.



5.3. (c) Identificar outros setores produtivos, por exemplo, a geração de energia elétrica.

O aproveitamento energético de lodos de ETAs, seja como energia elétrica ou em forma de calor, possui diversas barreiras técnico-econômicas. A barreira mais relevante e, que de fato inviabiliza todas as outras, é o fato de que o poder calorífico do lodo de ETAs é muito baixo após seu espessamento ou mesmo após seu desaguamento.

Para que esta situação (baixo poder calorífico) se modifique um pouco é necessário retirar a umidade do lodo de ETA pelo menos a 50% de sólidos totais. Assim, é necessário introduzir energia através de calor onde o balanço energético é altamente afetado inviabilizando tal procedimento em termos técnicos, sobretudo nos aspectos econômicos. Com exceção a esta questão, é a secagem do lodo de ETAs através de revolvimento em leiras, onde através do aproveitamento na incidência da luz solar e do calor gerado por esta fonte de energia pode-se promover a secagem do lodo de ETAs. Todavia, este procedimento exige uma quantidade considerável de áreas que devem ser licenciadas ambientalmente, onde os procedimentos técnicos são semelhantes ao processo de compostagem.

No estudo efetuado por CUNHA (2002)¹⁴ sobre a análise do setor de saneamento ambiental no aproveitamento energético, fica evidenciado o aproveitamento energético somente para os resíduos que possuem uma percentagem gravimétrica considerável em termos de matéria orgânica e componentes com elementos com alto poder calorífico inferior “PCI” (por exemplo: plásticos, madeira, papel, papelão etc.).

Enfim, o aproveitamento energético no contexto do lodo de ETAs somente poderá ser viabilizado através de sua secagem e do co-processamento com outros combustíveis com alto poder calorífico inferior (PCI).

Outros setores produtivos no que se refere à destinação do lodo de ETAs, dependem da viabilidade técnica, econômica e ambiental para cada caso. Diversos estudos vêm sendo conduzidos visando à busca de novas alternativas para destinação desse tipo de resíduo. Dentre essas alternativas é possível citar:

- Disposição em aterros sanitários: é usualmente recomendável que a torta final (lodo desaguado) tenha uma concentração de sólidos $\geq 25\%$ e ausência de líquidos livres;
- Co-disposição com biossólidos: o gerenciamento conjunto dos lodos de ETAs e dos biossólidos gerados em estações de tratamento de esgotos pode ser bastante vantajoso do ponto de

¹⁴ CUNHA, M. E. G. Análise do setor de saneamento ambiental no aproveitamento energético de resíduos: “O caso do município de Campinas”. 2002. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Campinas - SP, 2002.



Relatório Parcial III - 112|113

vista operacional. Essa mistura pode ser disposta diretamente em solos ou utilizada no preparo de compostos para uso agrícola. O produto da mistura costuma apresentar menores teores de metais, tomando o produto mais facilmente comercializável;

- Incineração dos resíduos: os custos inerentes a esta opção são bastante elevados, além do fato da geração de resíduos de cinzas.

A seguir, segue de forma sistemática as fases de manejo dos resíduos de lodos de ETAs com seus diversos potenciais e alternativas em soluções integradas em termos técnico- ambiental.

Tabela 5.6. 2 - Fases de manejo dos resíduos de lodos de ETAs com seus diversos potenciais e alternativas em soluções integradas em termos técnico- ambiental

Alternativas em Soluções Integradas	Barreiras e observações
(A) PRÉ-TRATAMENTO (CONDICIONAMENTO NA ETA)	
a1) Recuperação de Coagulantes (sulfato de alumínio, cloreto férrico, policloreto de alumínio, polieletrólito etc.)	Ainda restam os sólidos remanescentes a base de argila e silte.
a2) Redução de Volume (Espessamento, Adensamento e Desaguamento)	Entre 1% e 20% de sólidos totais (alta umidade e potencial de presença de líquidos livres)
a3) Afastamento e Lançamento na Rede	Atendimento aos requisitos legais vigentes e aplicáveis e condições hidráulicas e de tratamento devem ser apropriadas e adequadas para tal.
(B) TRANSPORTE E TRANSBORDO	
b1) Rodoviário	
- Caminhão-Tanque (5 m ³) - Caçambas (5 m ³) - Caçambas (10 m ³) - Caçambas (20 m ³) - Caçambas (40 m ³)	Para Caminhão-Tanque ≤ 10% de sólidos totais (presença de líquidos livres). Para Caçambas ≥ 20% de sólidos (recomendável e com ausência de líquidos livres)
b2) Ferroviário	≥ 30% de sólidos (recomendável e com ausência de líquidos livres)
(C) PÓS-TRATAMENTO	
c1) Redução de Volume (Desidratação e Secagem Térmica)	≥ 30% de sólidos (recomendável e com ausência de líquidos livres)
c2) Tratamento de Esgotos	Atendimento aos requisitos legais vigentes e aplicáveis e condições hidráulicas e de tratamento devem ser apropriadas e adequadas para tal.
c3) Reciclagem Agrícola (Co-reciclagem e Compostagem)	Atendimento aos requisitos legais vigentes e aplicáveis em termos de biossólidos.
(D) DESTINAÇÃO FINAL	
d1) Disposição Final em Aterros - Sanitário - Inerte	Resíduo Classe IIa (NBR 10.004:2004) Resíduo Classe IIb (NBR 10.004:2004)
d2) Co-disposição com biossólidos	Atendimento aos requisitos legais vigentes e aplicáveis em termos de biossólidos como resíduos ou produtos.
d3) Aproveitamento na Indústria Cerâmica - Cerâmica Vermelha (tijolos, blocos, manilhas e telhas); - Cerâmica Branca (pisos e azulejos)	Atendimento aos requisitos legais vigentes e aplicáveis em termos de licenciamento e emissões atmosféricas.
d4) Aproveitamento na Indústria de Construção Civil - Reciclagem de RDCC - Fabricação de artefatos de concreto (pisos, canaletas, meio-fio, tijolos e blocos) - Agregados miúdos e leves para argamassa e concreto - Agregados graúdos para base de pavimentação - Co-processamento no clínquer na fabricação de Cimento Portland.	Atendimento aos requisitos legais vigentes e aplicáveis em termos de licenciamento e emissões atmosféricas.

Fonte: Elaboração do Consórcio Biociclo.