

**MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, DESENVOLVIMENTO E GESTÃO**Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura  
Departamento de Infraestrutura Social e Urbana**MINISTÉRIO DAS CIDADES**

Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental

**MINISTÉRIO DA SAÚDE**Fundação Nacional de Saúde  
Departamento de Engenharia de Saúde Pública**Nota Técnica Conjunta nº 164/2018-MP**

Assunto: Diretrizes para a estruturação de projetos relacionados ao manejo dos resíduos sólidos urbanos no âmbito do Fundo de Apoio à Estruturação e ao Desenvolvimento de Projetos de Concessão e Parcerias Público-Privadas (FEP CAIXA) da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios.

**SUMÁRIO EXECUTIVO**

1. Esta Nota Técnica conjunta, elaborada pela Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura do Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão (SDI/MPDG) Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades (SNSA/MCID) e a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA/MS), tem por objetivo apresentar as diretrizes técnicas e institucionais para estruturação de projetos relacionados ao manejo de resíduos sólidos urbanos no âmbito do FEP CAIXA. Essas diretrizes deverão ser observadas na estruturação dos projetos, e não devem se confundir com indicação de modelos ou tecnologias obrigatórios, cabendo sempre a análise da melhor solução para cada projeto.
2. Tais diretrizes nortearão os trabalhos de elaboração do Relatório de Análise Preliminar, do Estudo de Viabilidade Técnica Econômica e Ambiental – EVTEA (nos diversos estudos que o compõe), do diagnóstico social e do Plano de Comunicação Social, no que couber.
3. Estas diretrizes deverão nortear todas as fases dos estudos, observando as atividades que serão desenvolvidas para a realização dos trabalhos, mais especificamente as Audiências e Consultas Públicas, que também servirão como subsídio para a elaboração ou revisão dos planos municipais de saneamento básico e de resíduos sólidos.

**ANÁLISE****HISTÓRICO / CONTEXTUALIZAÇÃO**

1. A Lei nº 13.529 de 4 de dezembro de 2017 (conversão da Medida Provisória nº 786, de 13 de Julho de 2017) dispõe, entre outros assuntos, sobre a participação da União em fundo de apoio à estruturação e ao desenvolvimento de projetos de concessões e parcerias público privadas.
2. Tal iniciativa, ao considerar a necessidade de melhoria da qualidade dos serviços públicos, a situação fiscal restritiva dos entes federados, as dificuldades na estruturação e desenvolvimento de projetos de obras públicas e os ganhos de eficiência que podem advir de parcerias entre o setor público e o privado, visa à contratação dos estudos específicos para cada localidade, a fim de estudar a viabilidade técnica, econômica e ambiental de concessão de serviços públicos em diversos setores, entre eles o de manejo de resíduos sólidos urbanos.
3. Para tanto, a Lei nº 13.529 estabeleceu, no caput do Art. 1º, que o FEP CAIXA aportaria recursos para apoiar a estruturação e o desenvolvimento de projetos de concessões e Parcerias Público-Privadas da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios.

*Art. 1º Fica a União autorizada a participar de fundo que tenha por finalidade exclusiva financiar serviços técnicos profissionais especializados, com vistas a apoiar a estruturação e o desenvolvimento de projetos de concessão e parcerias público-privadas da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, em regime isolado ou consorciado, até o limite de R\$ 180.000.000,00 (cento e oitenta milhões de reais).*

4. Já o Art. 5º, da Lei nº 13.529, de 2017, estabeleceu que o agente administrador poderá ser contratado diretamente, mediante dispensa de licitação, por entidades da Administração Pública federal, estadual, distrital e municipal, direta e indireta, para desenvolver, com recursos do fundo, as atividades e os serviços técnicos necessários para viabilizar a licitação de projetos de concessão e de parceria público-privada, hipótese em que poderão ser incluídos a revisão, o aperfeiçoamento ou a complementação de trabalhos anteriormente realizados.

5. Por meio da resolução nº 02, de 22 de janeiro de 2018, foi aprovado pelo Conselho de Participação no Fundo de Apoio à Estruturação e ao Desenvolvimento de Projetos de Concessão e Parcerias Público-Privadas da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios (CFEP) o Estatuto, o qual em seu Art. 4º indica que este Fundo será administrado e representado judicialmente e extrajudicialmente pela CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CAIXA).
6. O CFEP, por meio da sua Resolução nº 03, de 22 de janeiro de 2018, deliberou pela contratação de Projetos Pilotos em cinco municípios: São Simão/GO (abastecimento de água, esgotamento sanitário e manejo de resíduos sólidos); Uberaba e mais 13 municípios (CONVALE/MG); Teresina/PI (manejo dos resíduos sólidos urbanos); Bauru/SP (manejo dos resíduos sólidos urbanos); Juazeiro/BA (esgotamento sanitário e manejo dos resíduos sólidos urbanos); e Porto Alegre/RS (manejo dos resíduos sólidos urbanos).
7. O escopo desses Projetos-Pilotos, coordenada pela SDI/MPDG, em parceria com a SNSA/MCID e executada pela CAIXA, relaciona-se principalmente ao manejo de resíduos sólidos urbanos, buscando o atendimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e da Política Federal de Saneamento Básico (PFSB).
8. Desta forma, o Governo Federal almeja garantir a oferta de recursos para o desenvolvimento de projetos de concessão, com o assessoramento técnico, a ser prestada pela Caixa, que possui expertise em análise desse tipo de processo; a padronização de documentos a serem utilizados nas licitações de concessões ou parcerias público-privadas; a provisão de garantias da União ao parceiro privado, inclusive do ambiente de regulação da prestação do serviço; a simplificação da legislação e. Considerando que a aplicação destas diretrizes iniciará pelos projetos-pilotos.

## DIRETRIZES

9. O escopo dos trabalhos a serem contratados pela CAIXA, por meio de consultores, apresenta contornos técnicos e institucionais importantes que devem ser orientados pelos órgãos do Governo Federal responsáveis pela implementação da Política Federal de Saneamento Básico (PFSB), Lei nº 11.445/2007, e da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305/2010.
10. Para tanto, esta Nota Técnica apresenta oito diretrizes a serem adotadas para a elaboração do Relatório de Análise Preliminar, do Estudo de Viabilidade Técnica Econômica e Ambiental – EVTEA (nos diversos estudos que o compõe), do Diagnóstico Social e do Plano de Comunicação Social, no que couber.
  - i) Estratégia cronológica de implementação das unidades e da estruturação de serviços componentes da rota tecnológica constituinte da concessão ou PPP.
  - ii) Compatibilização dos planos municipais.
  - iii) Instrumentos para inclusão dos catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis, nos termos da Lei nº 12.305, de 2010.
  - iv) Instrumentos para o encerramento e monitoramento de aterros sanitários; lixões e demais unidades de manejo de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU).
  - v) Estrutura comercial para recuperação de custos a ser considerada (cobrança conjunta água-esgoto-resíduos).
  - vi) Recuperação energética de resíduos sólidos, nos termos do Art. 9º, § 1º, da Lei nº 12.305, de 2010.
  - vii) Instrumentos para o atendimento da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), por meio da mitigação de gases de efeito estufa.
  - viii) Rotas tecnológicas constituintes da concessão ou PPP.

### **i. Estratégia cronológica de implantação das unidades e da estruturação de serviços componentes da rota tecnológica constituinte da concessão ou PPP**

11. Importante estabelecer nos estudos uma estratégia de atuação que permita escalonar a implementação de unidades e a estruturação dos serviços nos estudos que forem elaborados de forma a permitir um processo gradual e progressivo em que estejam presentes o atendimento às legislações ambientais e ganho de qualidade na prestação dos serviços sem por outro lado comprometer a sustentabilidade econômico-financeira dos serviços.
12. Para tanto se orienta considerar nos estudos as fases apresentadas a seguir:

**FASE 1** – Promover a infraestrutura mínima para atender à PNRS, disposição final adequada dos rejeitos em aterros sanitários por meio de soluções regionais, prevendo a coleta centralizada do biogás para queima ou aproveitamento energético, associado ao encerramento dos lixões e aterros controlados;

**FASE 2** – Promover a ampliação gradativa do reaproveitamento e reciclagem dos resíduos recicláveis secos, reduzindo a quantidade de materiais de baixa densidade encaminhados aos aterros e, conseqüentemente, aumentando sua vida útil;

**FASE 3** – Promover gradativamente a reciclagem da fração orgânica dos RSU por meio de coleta diferenciada do orgânico com o uso de técnica de compostagem e biodigestão, contribuindo para a redução de emissões de gases de efeito estufa e reduzindo a quantidade de rejeitos encaminhados aos aterros sanitários;

**FASE 4** – Promover a recuperação energética dos rejeitos em escala industrial, por meio de coprocessamento e/ou geração de energia elétrica.

Obs.: essas fases propostas não necessariamente deverão ocorrer sucessivamente, podendo ser implementadas simultaneamente de acordo

com o modelo de negócio estabelecido no estudo de viabilidade.

## ii. Compatibilização dos Planos Municipais

13. O planejamento para serviços de impacto local é competência exclusiva dos municípios, portanto qualquer ação de apoio federativo deve respeitar as escolhas sobre tecnologias e metas apresentadas nos planos municipais, tanto de RSU quanto de saneamento básico.
14. Para orientar os estudos de viabilidade, que necessitam de informações sobre metas locais a serem atingidas para a estimativa das tarifas, orienta-se que a linha de base a ser considerada seja aquela que atenda as premissas mínimas previstas nos planos municipais, regionais ou estaduais para as ações de reciclagem dos resíduos secos, tratamento dos resíduos orgânicos e recuperação de gases de aterro sanitário.
15. No entanto, caso não exista o planejamento municipal, regional ou estadual ou não possuam detalhes suficientes em seus instrumentos para identificarem as metas locais, orienta-se que os estudos considerem como linha de base as metas mais conservadoras previstas na versão preliminar do Plano Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, publicada em setembro de 2011 no site eletrônico do MMA, e adaptadas de 4 para 5 anos por região, como segue:

### Meta 1 - Redução dos resíduos recicláveis secos dispostos em aterros sanitários (%)

| Região       | Meta de 5 anos | Meta de 10 anos | Meta de 15 anos | Meta de 20 anos | Meta de 25 anos |
|--------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Norte        | 10%            | 13%             | 15%             | 17%             | 20%             |
| Nordeste     | 12%            | 16%             | 19%             | 22%             | 25%             |
| Sul          | 43%            | 50%             | 53%             | 58%             | 60%             |
| Sudeste      | 30%            | 37%             | 42%             | 45%             | 50%             |
| Centro-oeste | 13%            | 15%             | 18%             | 21%             | 25%             |

Fonte: adaptado versão preliminar do PNRS, publicada em setembro de 2011 pelo MMA.

### Meta 2 - Redução da disposição dos Resíduos Sólidos Úmidos (orgânicos) em aterros sanitários (%)

| Região       | Meta de 5 anos | Meta de 10 anos | Meta de 15 anos | Meta de 20 anos | Meta de 25 anos |
|--------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Norte        | 10%            | 20%             | 30%             | 40%             | 50%             |
| Nordeste     | 15%            | 20%             | 30%             | 40%             | 50%             |
| Sul          | 30%            | 40%             | 50%             | 55%             | 60%             |
| Sudeste      | 25%            | 35%             | 45%             | 50%             | 55%             |
| Centro-oeste | 15%            | 25%             | 35%             | 45%             | 50%             |

Fonte: adaptado versão preliminar do PNRS, publicada em setembro de 2011 pelo MMA.

16. Para qualificar a operação dos aterros sanitários e possibilitar o cumprimento dos compromissos firmados pelo Brasil para a proteção do clima, bem como proporcionar um ambiente de negócio para viabilizar a comercialização de CO<sub>2</sub> evitado/mitigado, junto as demais receitas acessórias, orienta-se utilizar as seguintes metas de captação de gases para queima, geração de energia elétrica e/ou produção de biometano. Utilizando como linha de base a estimativa calculada pela metodologia e parâmetros aplicados pelo IPCC para a estimativa da geração de gases de aterro sanitário na América Latina.

### Meta 3 – Captação de gases de aterros sanitários para queima e/ou aproveitamento energético (%)

| Região       | Meta de 5 anos | Meta de 10 anos | Meta de 15 anos | Meta de 20 anos | Meta de 25 anos |
|--------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Norte        | 25%            | 30%             | 40%             | 50%             | 55%             |
| Nordeste     | 25%            | 30%             | 40%             | 50%             | 55%             |
| Sul          | 25%            | 30%             | 40%             | 50%             | 55%             |
| Sudeste      | 25%            | 30%             | 40%             | 50%             | 55%             |
| Centro-oeste | 25%            | 30%             | 40%             | 50%             | 55%             |

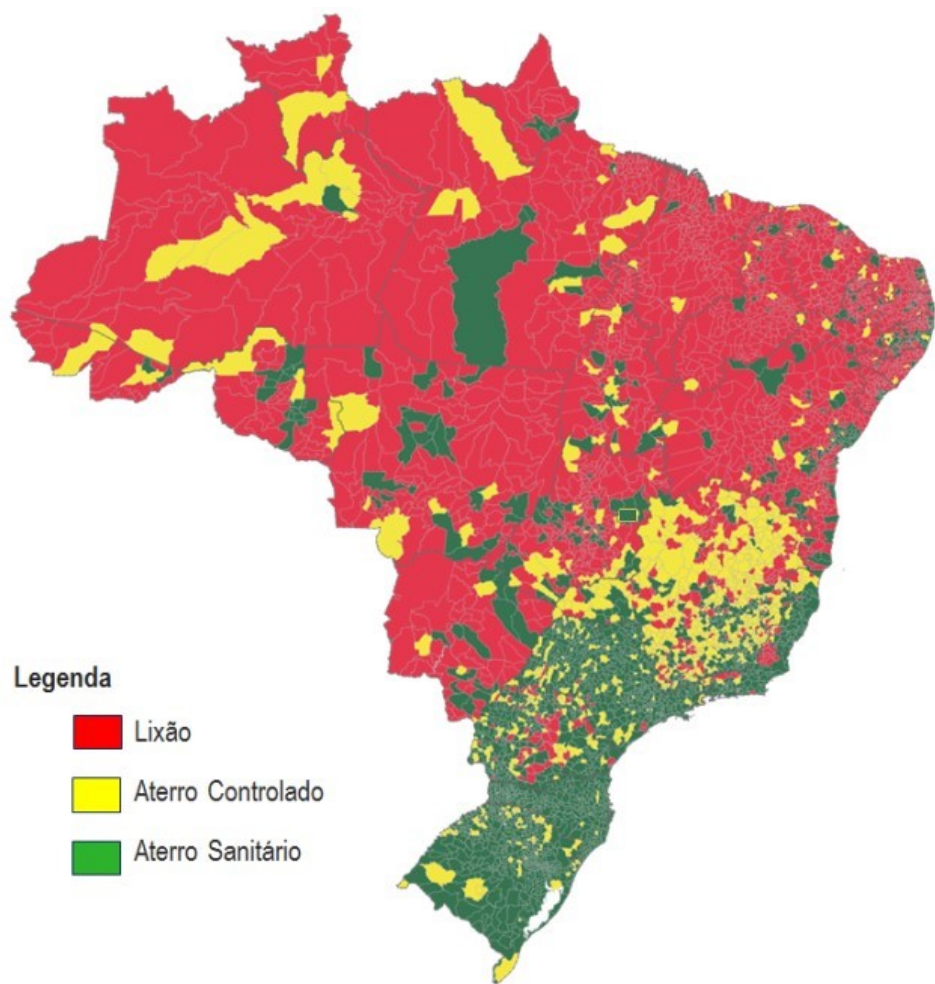
17. Importante observar que as metas propostas devem ser consideradas a partir do ano de início de vigência dos planos, ou seja, no ano 5 do novo Plano municipal deverá haver uma redução dos resíduos recicláveis e dos resíduos sólidos úmidos (orgânicos) nos percentuais definidos nas tabelas das Metas 1 e 2.
18. A rota tecnológica a ser considerada deverá ser compatível com o atendimento de tais metas, salvo quando for demonstrada sua inviabilidade no EVTEA.
19. No caso em que os estudos indiquem a viabilidade de rota tecnológica não prevista nos planos municipais, caberá ao município ou ao consórcio público a revisão e atualização destes instrumentos para incluir esta nova rota e compatibilizar o planejamento municipal ao modelo de concessão indicado nos referidos estudos. Observando que esta atualização é pré-requisito para a licitação e fundamental para dar legitimidade à escolha da rota tecnológica que irá compor a concessão dos serviços públicos.

### **iii. Instrumentos para inclusão dos catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis, nos termos da Lei nº 12.305, de 2010**

20. A PNRS estabelece em seus diversos instrumentos que os catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis deverão ser priorizados tanto nos serviços de manejo dos resíduos sólidos urbanos quanto também na logística reversa.
21. Observar que a Lei nº 12.305 de 2010 e a Lei nº 11.445 de 2007 alteraram a Lei nº 8.666 de 1993 para permitir a contratação dos catadores, por meio de associações ou cooperativas para prestarem serviços de coleta seletiva, triagem e comercialização de resíduos recicláveis por dispensa de licitação.
22. Os estudos deverão considerar unidades de triagem de resíduos da coleta seletiva, e resíduos sólidos originados dos processos de TM e TMB dentro da rota tecnológica como também a coleta seletiva destinando os resíduos recicláveis secos para estas unidades, a serem custeadas pela concessão, sempre que couber.
23. Para as unidades de triagem deverá ser previsto a prestação dos serviços por associações e/ou cooperativas de catadores da região de abrangência da concessão, quando houver, incluindo a comercialização dos resíduos sólidos recicláveis secos, contratados pelo município. A receita obtida pela comercialização dos resíduos recicláveis secos pelos catadores não devem ser consideradas inicialmente como receitas acessórias da concessão, pois tem relevância nas iniciativas de inclusão desses catadores na gestão integrada dos resíduos sólidos do município.

### **iv. Instrumentos para o encerramento e monitoramento de aterros sanitários; lixões e demais unidades de manejo de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)**

24. A necessidade de previsão de instrumentos para encerramento e monitoramento de lixões é justificada pelos dados obtidos pelos Ministérios das Cidades – MCID e do Ministério do Meio Ambiente – MMA, os quais apontam que 61% dos municípios ainda utilizam os lixões e aterros controlados como forma de disposição final dos resíduos, onde reside 28% da população. Isso representa cerca de 50 mil toneladas por dia de resíduos sólidos urbanos sendo dispostos de forma inadequada no meio ambiente. A Figura a seguir apresenta a situação da disposição final dos RSU nos municípios brasileiros:

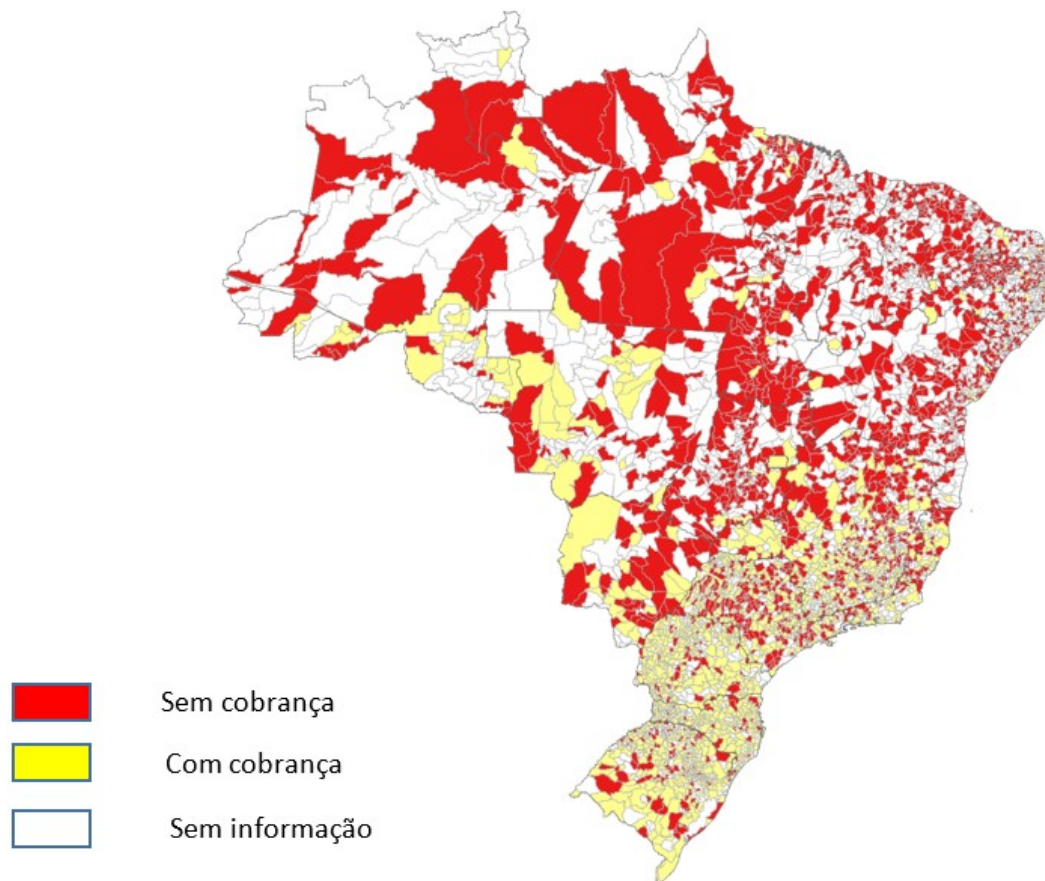


**Figura 1.** Disposição final dos RSU nos municípios brasileiros. Fonte SNIS 2015.

25. Em números, a Figura 1 revela que 2.509 municípios destinam seus resíduos domiciliares para lixões, 875 para aterros controlados e 2.182 para aterros sanitários. Mas o que a Figura 1 deixa claramente evidenciado é que a maior presença de lixões é registrada nos municípios das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, notadamente nas áreas com os menores Produtos Internos Brutos – PIB[1] e menores Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDH-M.
26. Como meio de enfrentar esta realidade, orienta-se que nos caso em que houver lixões ativos ou outras unidades de manejo de resíduos sólidos desativadas na área de abrangência da concessão, deverá ser previsto o encerramento, segurança e monitoramento ambiental no período da concessão destas unidades, considerando a proteção do solo, águas e atmosfera, compatível com o porte e o risco ambiental.

#### **v. Estrutura comercial para recuperação de custos a ser considerada (cobrança conjunta água-esgoto-resíduos)**

27. O maior problema identificado para sustentabilidade dos serviços de manejo dos resíduos sólidos é a falta de fontes de recursos para garantir o custeio e a ampliação dos serviços.
28. A principal motivação para essa realidade está na falta de cobrança pela prestação dos serviços conforme pode ser verificado na Figura a seguir:



**Figura 2.** Situação da cobrança pela prestação dos serviços de manejo de resíduos sólidos no Brasil. Fonte SNIS 2015.

29. Já existem no País diversas experiências de cobrança pelos serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos em conjunto com a conta de água, o que permite maior eficiência na cobrança e menor inadimplência ao prestador. Ademais, existem casos em que os serviços são cobrados em conjunto com o IPTU e nos quais a inadimplência é maior.
30. Orienta-se que os estudos que serão desenvolvidos considerem prioritariamente o modelo de cobrança pela prestação dos serviços de manejo de resíduos sólidos de forma conjunta com a conta de água com parâmetros que deverão ser melhor aprofundados, não excluindo outras soluções que venham a ser apontadas ao considerar o porte populacional, possíveis riscos envolvidos em cada escolha ou características regionais.

#### vi. Recuperação energética de resíduos sólidos, nos termos do Art. 9º, § 1º, da Lei nº 12.305, de 2010

31. Com o objetivo de atender o §1º, do Art. 9º, da Lei nº 12.305 de 2010, e o Art. 37 do Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010, orienta-se as seguintes diretrizes a serem consideradas nos estudos que visem a recuperação energética a partir dos Resíduos Sólidos Urbanos.
  - Entende-se por tecnologia para recuperação energética de Resíduos Sólidos Urbanos - RSU, o conjunto de técnicas, métodos e procedimentos de tratamento de RSU que envolve a sua combustão ou a de seus subprodutos, associada à geração de energia térmica ou elétrica, de modo a resultar em redução de volume e de periculosidade, bem como do risco à saúde e ao meio ambiente.
  - A recuperação energética de RSU constitui uma das formas de destinação final, ambientalmente adequada, passível de ser adotada depois de esgotadas as alternativas prioritárias de não geração, redução, reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos, conforme estabelecido no art. 9º da Lei nº 12.305, de 2010, a ser demonstrado por meio de estudo de viabilidade técnica e ambiental específico e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental competente.
  - A viabilidade técnica e ambiental deverá ser comprovada por meio dos estudos necessários para a obtenção de licença ambiental, conforme Resolução nº 316, de 29 de outubro de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama, incluindo informações, entre outras, sobre o poder calorífico e o volume dos resíduos que serão tratados, os benefícios a serem gerados e os substratos decorrentes.
  - Deverão ser consideradas as metas definidas nos planos de resíduos sólidos municipais, intermunicipais, metropolitanos ou microrregionais, ou no Plano Municipal de Saneamento Básico assegurando a ciência e aprovação da população a respeito das formas de gestão integrada dos resíduos sólidos.

- São pré-requisito para a implantação de projeto de recuperação energética de RSU o atendimento e monitoramento do disposto no art. 36 da Lei nº 12.305, de 2010, e seus incisos.
- Recuperação energética não se aplica ao aproveitamento energético dos gases gerados a partir de processos biológicos, como a biodigestão e a decomposição da matéria orgânica de RSU em aterros sanitários.
- A contratação dos serviços públicos de manejo de resíduos sólidos urbanos com recuperação energética deverá ser precedida da apresentação do estudo de viabilidade técnica econômico-financeira (EVTE), conforme inciso II do art. 11 da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 – Política Federal de Saneamento Básico (PFSB).
- O estudo de viabilidade técnica econômico-financeira (EVTE) será orientado pelas diretrizes constantes da PORTARIA do Ministério das Cidades Nº 557, DE 11 DE NOVEMBRO DE 2016.
- Devem ser considerados, em especial, os princípios do custo mínimo necessário para disponibilidade do serviço em quantidade e qualidade adequadas, e da capacidade de pagamento dos usuários do serviço de manejo de resíduos sólidos.
- A recuperação energética de RSU deverá se dar conforme os marcos legal e regulatório vigentes dos setores ambiental e energético brasileiro.
- Os RSU passíveis de recuperação energética são classificados como fonte alternativa de energia para todos os efeitos previstos na legislação.

### vii. Instrumentos para o atendimento da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), por meio da mitigação de gases de efeito estufa

32. O Brasil estabeleceu em sua Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), por meio da Lei nº 12.187/2009, o compromisso nacional voluntário de adoção de ações de mitigação com vistas a reduzir suas emissões de GEE entre 36,1% e 38,9% em relação às emissões projetadas até 2020.
33. Neste contexto, o país ratificou sua Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) em novembro de 2016, onde assumiu o compromisso junto ao UNFCCC, de adotar medidas para redução das emissões de GEE em 37% em 2025 e 43% em 2030, tendo por referência o ano de 2005 (Trajetórias de mitigação e instrumentos de políticas públicas para alcance das metas brasileiras no acordo de Paris, MCTIC, 2017).
34. O metano é o principal poluente atmosférico que contribui fortemente para o efeito estufa no setor (28 vezes mais que o CO<sub>2</sub> (IPCC, 2016)), sendo essencialmente gerado na disposição final de resíduos sólidos, sendo o aterro sanitário sem coleta e aproveitamento de biogás o maior contribuinte. Neste contexto, a gestão integrada de RSU, baseada no princípio de aproveitamento da matéria e energia de suas frações, têm possibilidade de ser uma importante aliada na redução das emissões de GEE.
35. Considerando que a hierarquia da PNRS aplicada à gestão dos resíduos, de modo geral, se baseia na adoção de estratégias de baixas emissões, apresenta-se abaixo a hierarquia de emissões de GEE segundo estratégias de gestão de RSU:



Figura 3 - Hierarquia de emissões de GEE segundo estratégias de gestão de RSU.

36. A principal contribuição desta nova abordagem é a diferenciação da coleta e destruição/aproveitamento do metano nas diferentes formas de disposição final. O lixão é considerado como a forma mais impactante não apenas pelas emissões, mas pelo potencial de contaminação dos solos e águas subterrâneas.
37. O estudo deverá quantificar as emissões de GEE considerando as seguintes fases:
- FASE 1** - Quantificação das emissões de GEE do cenário atual da gestão de resíduos sólidos urbanos da região onde a concessão irá atuar.
- FASE 2** - Quantificação das emissões e análise do potencial de mitigação dos GEE das rotas tecnológicas avaliadas.
- FASE 3** - Estudo de Viabilidade Técnica Econômica e Ambiental – EVTEA deverá considerar o possível investimento adicional, o custo de operação e as receitas oriundas da potencial comercialização da tonelada de CO<sub>2</sub> evitada.
38. O MCID em parceria com o MMA estão implementando um projeto de cooperação com a Alemanha, por meio da agência de cooperação técnica alemã – GIZ - e com apoio da Universidade Técnica de Braunschweig, na área de proteção climática na gestão de RSU – denominado ProteGEEr. Este projeto está trabalhando na adequação de metodologias de quantificação de GEE para o setor, focado na metodologia do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) versão 2006 e na Análise de Ciclo de Vida.
39. Neste contexto, a quantificação das emissões de GEE nos projetos poderá utilizar essas metodologias e aplicar as ferramentas de quantificação adaptadas pelo projeto.
40. Com o objetivo de viabilizar outras receitas acessórias para sustentabilidade econômica da concessão, o estudo deve apresentar uma proposta de Monitoramento, Relato e Verificação (MRV) de emissões, que poderá subsidiar a futura comercialização das toneladas de CO<sub>2</sub> eq evitadas.

#### viii. Rotas tecnológicas constituintes da concessão ou PPP

41. A rota tecnológica a ser adotada pela concessão deve ser compatível com o porte populacional, com as tecnologias disponíveis, as características regionais e a capacidade de pagamento dos usuários. Em qualquer município ou arranjo de municípios, a rota tecnológica deve estar prevista no Plano de Resíduos Sólidos ou no Plano Municipal de Saneamento Básico.
42. A rota tecnológica escolhida deverá ser compatível com os preceitos do Art. 9º, da Lei nº 12.305, de 2010, que estabelece a hierarquia a ser adotada na gestão dos resíduos sólidos urbanos, podendo ser baseada em metas progressivas para o atendimento deste artigo.

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

§ 1º Poderão ser utilizadas tecnologias visando à recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental.

§ 2º A Política Nacional de Resíduos Sólidos e as Políticas de Resíduos Sólidos dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios serão compatíveis com o disposto no caput e no § 1º deste artigo e com as demais diretrizes estabelecidas nesta Lei.”

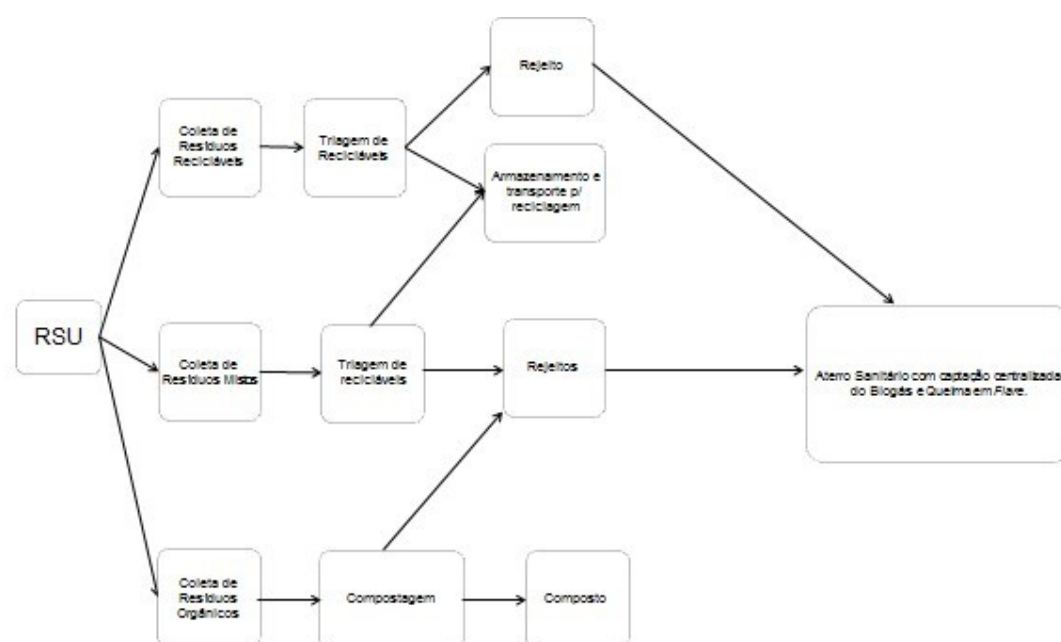
43. A realidade do manejo dos resíduos sólidos urbanos no Brasil pode ser caracterizada por:
- Boa abrangência da coleta convencional.
  - Baixa abrangência e cobertura da coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos.
  - Baixa abrangência de cobrança de taxa ou tarifa.
  - Disposição inadequada predominante dos resíduos em lixões.
  - Disposição final ambientalmente adequada predominante em aterros sanitários.
  - Poucos exemplos de tratamento de resíduos sólidos urbanos.
44. A Pesquisa Científica BNDES FEP nº 02/2010, “Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão”, elaborada pela Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Universidade Federal de Pernambuco (FAD/UFPE), sintetiza a proposição de rotas tecnológicas a partir de amplo diálogo e avaliação das experiências exitosas nacionais e internacionais, podendo ser utilizadas como referência para municípios ou arranjos de municípios, de acordo com o porte populacional.
45. A pesquisa destaca os seguintes aspectos:
- A maior parte dos resíduos sólidos urbanos (RSU) gerados no país é disposta em locais inadequados (lixões e aterros controlados).
  - A implantação das tecnologias de tratamento e destinação dos resíduos se deu de forma gradativa nos países desenvolvidos.



- Os órgãos envolvidos na gestão e gerenciamento dos RSU, no Brasil, em geral, atuam de forma desarticulada.
  - As rotas tecnológicas exitosas levantadas no país, atualmente, restringem-se às tecnologias de triagem, compostagem e aterro sanitário sem aproveitamento energético.
  - As rotas definidas devem estar alinhadas à Política Nacional dos Resíduos Sólidos.
  - O horizonte a ser considerado na proposta de rotas deve incluir curto e médio prazos.
  - Devem ser considerados critérios técnicos, econômicos, ambientais, sociais e culturais associados às tecnologias e à região específica.
  - Independentemente do tamanho da população atendida, dentro das limitações e possibilidades do município e não excluindo da análise a adoção de tecnologias mais complexas, devem ser consideradas as seguintes atividades:
    - coleta seletiva de resíduos recicláveis (secos)
    - coleta seletiva de resíduos orgânicos (úmidos)
46. Para definição das diretrizes serem observadas nos estudos que serão elaborados pela equipe técnica a ser contratada pela CAIXA, considera-se apropriado adotar como subsídio as referências apresentadas pela Pesquisa Científica BNDES nº 02/2010, já mencionada, adaptada para incluir ao final dos processos dos resíduos mistos a produção de Combustível Derivado de Resíduos (CDR), que poderá servir tanto para ser encaminhado ao coprocessamento em fornos de cimento como para a geração de energia elétrica. O objetivo de tal adoção é reduzir o máximo possível os materiais de baixa densidade destinados aos aterros sanitários, com isso possibilitando o aumento da vida útil destas unidades.
47. Orienta-se adaptar o processo de incineração dos estudos para municípios com população superior a 250.000 habitantes, alterando para unidades de produção de CDR, sobretudo pelo porte da maioria dos municípios, que não têm escala para garantir sustentabilidade econômica, sem que haja prejuízo da hierarquia na gestão dos resíduos definida pela PNRS.
48. Além das rotas tecnológicas previstas nos planos municipais, regionais e/ou estaduais orienta-se a inclusão nos estudos das seguintes rotas tecnológicas de acordo com o porte populacional dos municípios ou dos arranjos regionais (adaptadas do FEP BNDES e MCIDADES/GIZ). Com detalhamento constante no Anexo I – Aspectos das Tecnologias Propostas nas Rotas.

#### **a. População até 250.000 habitantes:**

- Previsão de coleta de três tipologias de resíduos: misto, reciclável seco e orgânico.
- Previsão de triagem dos recicláveis para os resíduos mistos e recicláveis.
- Previsão de armazenamento e transporte dos resíduos recicláveis secos para a indústria de reciclagem.
- Previsão de compostagem para os resíduos da coleta de orgânicos.
- Encaminhamentos dos rejeitos para aterro sanitário.
- Aterro sanitário com captação centralizada do biogás e queima em “flare”.

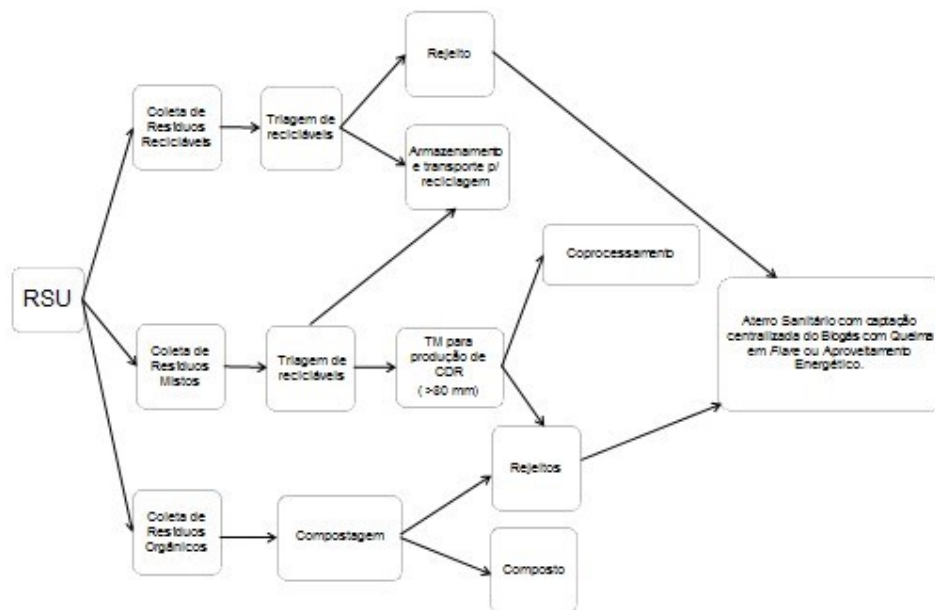


Rota tecnológica para municípios com população até 250.000 habitantes.

**Figura 4.** Rota Tecnológica para municípios com população até 250.000 habitantes.

### **b. População entre 250.000 e 500.000 habitantes**

- Previsão de coleta de três tipologias de resíduos: misto, reciclável seco e orgânico.
- Previsão de triagem dos recicláveis para os resíduos mistos e recicláveis.
- Previsão de armazenamento e transporte dos resíduos recicláveis secos para a indústria de reciclagem.
- Para os resíduos da coleta mista, previsão de Tratamento Mecânico – TM (partículas >80mm) para produção de CDR para coprocessamento em fornos de cimento.
- Previsão de compostagem para os resíduos da coleta de orgânicos.
- Encaminhamentos dos rejeitos para aterro sanitário.
- Aterro sanitário com captação centralizada do biogás para queima em “flare” ou aproveitamento energético.

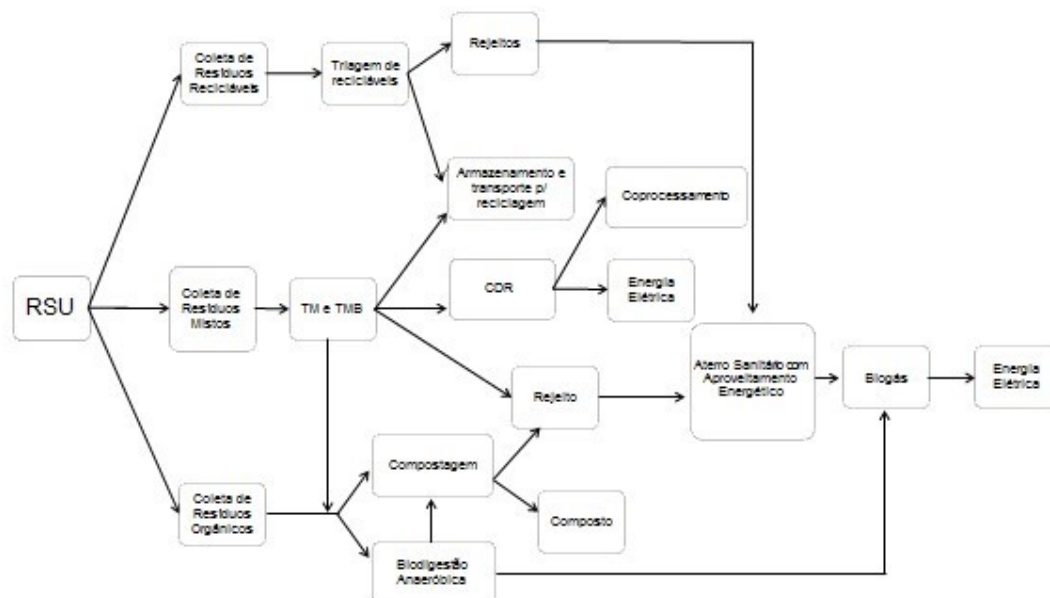


Rota tecnológica para municípios com população de 250.000 a 500.000 habitantes.

**Figura 5.** Rota Tecnológica para municípios com população de 250.000 a 500.00 habitantes.

### **c. População entre 500.000 e 1.000.000 habitantes**

- Previsão de coleta de três tipologias de resíduos: misto, reciclável seco e orgânico.
- Previsão de triagem dos recicláveis para os resíduos mistos e recicláveis.
- Previsão de armazenamento e transporte dos resíduos recicláveis secos para a indústria de reciclagem.
- Para os resíduos da coleta mista previsão de Tratamento Mecânico – TM (partículas >80mm) e Tratamento Mecânico-Biológico - TMB (partícula >30 mm) para produção de CDR para coprocessamento em fornos de cimento e/ou geração de energia elétrica. Para partículas inferiores a 30 mm, também deverá ser previsto o encaminhamento dos resíduos orgânicos para compostagem e/ou biodigestão.
- Previsão de compostagem e biodigestão anaeróbica para os resíduos da coleta de orgânicos e/ou mista com aproveitamento energético do biogás por meio da geração de energia elétrica.
- Encaminhamentos dos rejeitos para aterro sanitário.
- Aterro sanitário com captação centralizada do biogás para aproveitamento energético por meio da geração de energia elétrica.

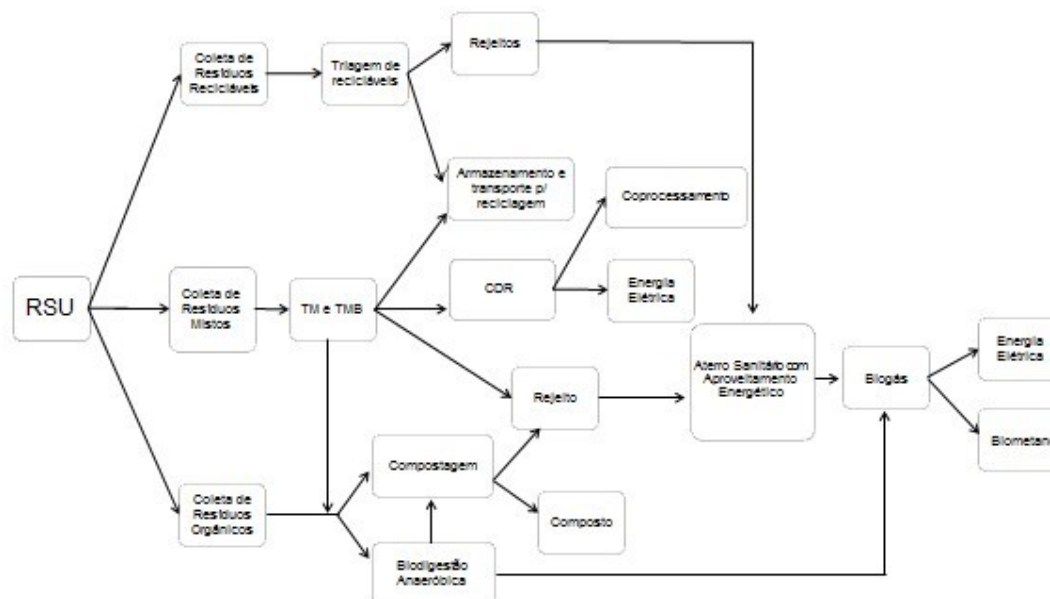


Rota tecnológica para municípios com população entre 500.000 e 1.000.000 de habitantes.

**Figura 6.** Rota Tecnológica para municípios com população de 500.000 a 1.000.00 habitantes.

#### **d. População acima de 1.000.000 habitantes**

- Previsão de coleta de três tipologias de resíduos: misto, reciclável seco e orgânico.
- Previsão de triagem dos recicláveis para os resíduos mistos e recicláveis.
- Previsão de armazenamento e transporte dos resíduos recicláveis secos para a indústria de reciclagem.
- Para os resíduos da coleta mista, previsão de Tratamento mecânico – TM (partículas >80mm) e Tratamento Mecânico-Biológico – TMB (partícula >30 mm) para produção de CDR para coprocessamento em fornos de cimento e/ou geração de energia elétrica. Para partículas inferiores a 30 mm, também deverá ser previsto o encaminhamento dos resíduos orgânicos para compostagem e/ou biodigestão.
- Previsão de compostagem e biodigestão anaeróbica para os resíduos da coleta de orgânicos e/ou mista com aproveitamento energético por meio da geração de energia elétrica e/ou produção de biometano.
- Encaminhamentos dos rejeitos para aterro sanitário.
- Aterro sanitário com captação centralizada do biogás para aproveitamento energético por meio da geração de energia elétrica e/ou produção de biometano.



Rota tecnológica para municípios com população acima de 1.000.000 habitantes.

**Figura 7.** Rota Tecnológica para municípios com população acima de 1.000.000 habitantes.

### **e. instrumentos para escolha da rota tecnológica mais adequada**

49. Com o objetivo de garantir que a escolha da rota tecnológica seja aquela mais adequada para as características técnica, econômica, ambiental social e cultural da região, sem onerar desnecessariamente os usuários, orienta-se que a matriz de tomada de decisão possua, no mínimo, as seguintes premissas:
- Estudo de Viabilidade Técnica Econômica e Ambiental (EVTEA), orientado pelas diretrizes constantes na Portaria do Ministério das Cidades Nº 557, de 11 de novembro de 2016.
  - Rotas tecnológicas previstas nesta nota técnica e nos planos municipais, regionais e/ou estaduais.
  - Tecnologias com condições de serem licenciadas no órgão ambiental competente de acordo com a legislação vigente.
  - Atendimento das condicionantes ambientais, exigidas no licenciamento, no período em que a concessão estiver vigente.
  - Tecnologias consagradas no mercado nacional ou internacional, com exemplos de aplicação em escala similar ao porte da população a ser atendida.
  - Tecnologias com previsão de serem nacionalizadas e de replicabilidade.
  - Metas definidas no planejamento municipal ou adaptadas da versão preliminar do Plano Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, publicada em 2011 pelo MMA.
  - Princípio da modicidade tarifária na definição tarifa a ser cobrada dos usuários do serviço público da concessão.
  - Custos de manutenção e monitoramento das unidades de manejo de RSU desativadas, no período em que a concessão estiver vigente.
  - Fases da estratégia cronológica de implantação das unidades e da estruturação de serviços para definição dos investimentos progressivos da concessão.
  - Receitas acessórias na comercialização de materiais recicláveis, logística reversa, energia elétrica, CDR, composto orgânico, biometano e/ou CO<sub>2</sub> equivalente evitado/mitigado por ano.

Observação 1: Quando a comercialização dos resíduos recicláveis secos for realizada por cooperativas ou associações de catadores de materiais recicláveis, as receitas obtidas por essa operação não deverão ser consideradas como receitas acessórias da concessão.

Observação 2: A receita acessória da logística reversa se refere a remuneração dos geradores ao concessionário em decorrência da coleta de resíduos com logística reversa instituída por meio de acordo setorial, termo de compromisso ou regulamento, conforme previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

---

[1] PIB: Bens e serviços produzidos no país, descontadas as despesas com os insumos utilizados no processo de produção durante o ano. É a medida do total do valor adicionado bruto gerado por todas as atividades econômicas. (Fonte: IBGE)

## **ANEXO I - ASPECTOS DAS TECNOLOGIAS PROPOSTAS NAS ROTAS**

### **1. Biodigestão Anaeróbia**

As tecnologias de biodigestão da fração orgânica de Resíduos Sólidos Urbanos - RSU podem ser diferenciadas conforme algumas características básicas de processo:

- Temperatura do processo, sendo mesofílico (37° - 42°C) ou termofílico (50° – 60°C);
- Sistema de operação, basicamente relacionado aos processos de introdução/extração do substrato, podendo ser por processo contínuo, semicontínuo ou descontínuo (bateladas sequenciais);
- Concentração de sólidos totais (ST), operando via úmida, via seca ou extrasseca;
- Divisão das etapas de digestão, em um estágio único ou multiestágio;

As plantas de Tratamento Mecânico Biológico que utilizam de tecnologias de biodigestão podem ser organizadas nas seguintes etapas:

- Sistema de pré-tratamento;
- Reator(es) de biodigestão;
- Unidade de compostagem, armazenamento e refino do composto;
- Condicionamento e aproveitamento energético do biogás;
- Tratamento/disposição final da fração sólida residual;
- Instalações de correção da contaminação.

Em sistemas de biodigestão que operam em regime de fluxo contínuo ou semicontínuo há limitações relacionadas a operação de reatores com RSU com elevado índice de materiais impróprios (plásticos, vidros, madeira pedras e outras), que acarreta também a perda de eficiência do sistema.

O mesmo não ocorre nos sistemas de biodigestão que operam via processos descontínuos, ou em bateladas, também denominados

extrassecos, uma vez que ocorre a completa extração do material ao final do tempo de digestão, evitando quaisquer riscos de obstruções ou *wash-out* da biomassa, já que os microorganismos ficam mantidos em um reator a parte. O grande diferencial deste sistema é a possibilidade de utilização de resíduo com elevado teor de materiais impróprios (plásticos, vidros, madeira pedras e outras).

A aplicação da tecnologia extrasseca é a abordagem com maior potencial de replicabilidade no Brasil, principalmente considerando a situação atual do manejo de RSU no país, a baixa qualidade da fração orgânica do RSU e a inexistência de tecnologias nacionais de biodigestão, sejam via seca ou úmida.

Neste contexto, o estudo também deverá verificar a viabilidade do sistema extrasseco de garagem para a biodigestão da fração orgânica de RSU. Esses reatores operam com elevado teor de sólidos (35 a 50%) mas em operação descontínua, em regime de bateladas sequenciais, sendo o resíduo introduzido por pás carregadeiras em reatores do tipo túneis de metanização, também conhecido como sistemas garagem. Visando a continuidade de operação e, conseqüentemente, de produção de biogás, as plantas têm sido projetadas com quatro ou mais reatores, possibilitando a introdução e remoção de substrato de maneira sequencial e uma operação em estágios distintos de metanização.

Terminado o processo de biodigestão anaeróbia, o material digerido deverá ser encaminhado para compostagem, onde o processo de estabilização será finalizado.

## 2. Combustível Derivado de Resíduos - CDR

### 2.1. CDR FRAÇÕES > 80 mm (Tratamento Mecânico - TM)

A rota tecnológica retrata a alternativa de processamento por Tratamento Mecânico - TM parcial dos resíduos sólidos domiciliares (mistos), no qual ocorre apenas a intervenção para separar as frações acima de 80 mm. A rota deverá ainda prever segregação dos recicláveis.

As frações maiores que 80 mm classificadas como Combustível Derivado de Resíduos (CDR) detêm alto poder calorífico, com um valor na ordem de aproximadamente 20 MJ / kg após o processamento.

A concepção da planta deverá prever: triturador primário, tambor de peneiramento, separadores magnéticos, separador balístico, central de triagem para os recicláveis, separadores ópticos para segregação de PVC e alguns tipos de plásticos para a reciclagem, sendo necessário, trituração secundária e embalador, visando otimizar o transporte.

Avaliando a presença de papel e papelão, estes poderão ser removidos antes da produção de combustível - CDR, desta forma reduzindo o teor de umidade da massa bruta. Conseqüentemente, as frações restantes terão potencial para atingir características que atendam aos requisitos para servirem como combustível em um queimador principal, e, também, em um calcinador.

### 2.2. CDR FRAÇÕES > 30 mm (Tratamento Mecânico-biológico - TMB)

A rota tecnológica retrata a alternativa de processamento integral dos resíduos sólidos domiciliares (mistos), no qual ocorre a intervenção mecânica e biológica para as frações acima de 30 mm. A rota deverá ainda prever a segregação dos recicláveis.

As frações maiores que 30 mm serão enquadradas como Combustível Derivado de Resíduos (CDR) e detêm poder calorífico diverso que varia entre 15 a 20 MJ / kg após o processamento.

As frações menores que 30 mm representam entre 20 a 30% da massa total dos resíduos mistos e deverão ser encaminhadas para disposição final em aterro sanitário.

Avaliando a presença de papel e papelão, estes deverão ser removidos antes da produção de combustível, desta forma reduzindo o teor de umidade da massa bruta. Conseqüentemente, as frações restantes ainda terão potencial para atingir características que atendam aos requisitos para servirem como combustível em um queimador principal, e, também, em um calcinador.

Na concepção da planta deverá ser previsto: triturador primário, tambor de peneiramento, separadores magnéticos, separador balístico, separador a ar, central de triagem para os recicláveis, separadores ópticos para segregação de PVC e alguns tipos de plásticos para a reciclagem, sendo necessário, trituração secundária e embalador, visando otimizar o transporte.

A etapa do tratamento biológico, por compostagem, servirá para as frações entre 30 e 80 mm, visando a biosecagem da massa orgânica para um nível de umidade na ordem de 20 %. Este deverá ocorrer por meio de tecnologia de compostagem com aeração forçada, podendo ser em túnel ou mesmo em leira envelopada. Dependendo da umidade dos resíduos na entrada, poderá ser empregado o procedimento de revolvimento de leiras, sendo que neste caso, as leiras deverão ser manejadas em pátio coberto e com piso impermeabilizado.

## 3. Compostagem Aeróbia

As características relevantes de distinção entre os processos aeróbios atuais, são:

- a formação da área de decomposição e a geometria das leiras;
- tipo de aeração;
- tipo do sistema de entrada, saída e de revolvimento.

(FRICKE; DICHTL; SANTEN; MÜNNICH; BAHR; HILLEBRECHT; SCHULZ, 2007, p. 37)

Esses diversos arranjos tecnológicos que variam desde processos mais simples, em áreas abertas com pouca mecanização, até os mais complexos, em áreas fechadas, extremamente automatizada, permitem que o processo de compostagem seja aplicado em áreas com condições bastante diversificadas independente das condições climáticas ou gravimétricas dos resíduos, conforme retratado na “Aplicação do tratamento mecânico-biológico de resíduos no Brasil” (FRICKE; DICHTL; SANTEN; MÜNNICH; BAHR; HILLEBRECHT; SCHULZ, 2007). A Tabela 1 apresenta a sistematização das tecnologias aeróbias.

Tabela 1 - Sistematização das tecnologias aeróbia

|  | Compostagem extensiva | Compostagem intensiva |
|--|-----------------------|-----------------------|
|--|-----------------------|-----------------------|

<sup>(1)</sup> A capacidade de processamento citada é apenas uma referência, visto que toma como base o mercado alemão, o qual tem restrições mais severas em relação a emissões atmosféricas.

Fonte: Fricke, Dichtl, Santen, Münnich, Bahr, Hillebrecht e Schulz, 2007.

### 3.1. Sistemas Extensivos

De acordo com Fricke, Dichtl, Santen, Münnich, Bahr, Hillebrecht e Schulz (2007), a tecnologia mais antiga de compostagem é a denominada leira em triângulos. Esta tecnologia é a mais empregada na Europa e também no Brasil.

*Fricke, Dichtl, Santen, Münnich, Bahr, Hillebrecht e Schulz (2007)* retratam que a compostagem aeróbia ocorre em leiras de diferentes dimensões e perfis, onde durante sua montagem e revolvimento as pás-carregadeiras são empregadas para a execução de leiras altas e os equipamentos de revolvimento para leiras baixas e amplas. As leiras alcançam alturas entre 1,50 a 3,50 m, dependendo do seu perfil. Os perfis mais comuns são os triangulares, trapezoidais e de perfis planos. Para a mitigação de emissões dos percolados são preparadas bases compostas por camadas de palha, casca, paletes de madeira, entre outros materiais que o mercado já emprega.

### 3. 2. Sistemas Intensivos

Em “*Aplicação do tratamento mecânico-biológico de resíduos no Brasil*” (FRICKE; DICHTL; SANTEN; MÜNNICH; BAHR; HILLEBRECHT; SCHULZ, 2007) temos a compostagem em sistemas encapsulados significando compostagem em um ambiente fechado, com troca térmica minimizada com a atmosfera, vários métodos de aeração e revolvimento mecânico para controle do processo. Estes sistemas são concebidos para minimizar os odores e tempo da decomposição em decorrência do controle do fluxo de ar, temperatura e da concentração de oxigênio. Sistemas encapsulados tornam possível a coleta das emissões gasosas, dos odores e dos particulados. A aeração ativa, o umedecimento e a homogeneização permitem o controle e a otimização da fase de estabilização biológica, desta forma, acelerando consideravelmente a fase principal da biodegradação.

#### 3.2.1. Compostagem em Leiras Triangulares com Aeração Forçada

Sistemas de aeração forçada foram desenvolvidos com o objetivo de mitigar odores e acelerar a decomposição.

A compostagem em leiras é tipicamente empregada para quantidades maiores, requerendo largas áreas. Adicionalmente, podem ser identificados problemas de odor e de percolação excessiva durante a decomposição nas leiras. Para remediar estes problemas, em áreas onde as condições pluviométricas são intensas ou mesmo onde a população afetada encontra-se localizada na proximidade da planta de compostagem, devem ser desenvolvidos sistemas simples de cobertura como pátios cobertos ou membranas semipermeáveis, conforme “*Aplicação do tratamento mecânico-biológico de resíduos no Brasil*” (FRICKE; DICHTL; SANTEN; MÜNNICH; BAHR; HILLEBRECHT; SCHULZ, 2007).

Segundo Fricke et al. (2007, p. 42):

Outro método empregado para uma redução sensível dos odores desagradáveis consiste na cobertura das leiras por material tipo membrana semipermeável (FRICKE et al., 1999). Trata-se de um material têxtil, formado por uma camada ativa de microporos e laminada com uma lona plástica altamente resistente visando garantir estabilidade física. A aplicação de membranas permeáveis conduz a uma redução significativa das emissões de odores desagradáveis nas leiras descobertas. (FRICKE et al., 2007, p. 42)

#### 3.2.2. Sistema de Compostagem em Leira Envelopada

O processo de compostagem em leiras, cobertas por lonas especiais e aeradas por aeração forçada, com suprimento controlado de oxigênio, corresponde ao estado da tecnologia moderna, do ponto de vista tecnológico bem como, ambiental. Este processo se destaca pelo manuseio simples e flexível, rapidez de operação e alta segurança de funcionamento.

#### 3.2.3. Sistema de Compostagem em Túnel

A compostagem em túnel ocorre em áreas totalmente fechadas que são alimentadas e esvaziadas através da pá-carregadeira. Alguns sistemas empregam durante a atividade de esvaziamento pisos móveis. Os resíduos são aerados de forma intensiva e o ar exaurido pode ser coletado e tratado de forma eficiente.

Já em “*Aplicação do tratamento mecânico-biológico de resíduos no Brasil*” (FRICKE; DICHTL; SANTEN; MÜNNICH; BAHR; HILLEBRECHT; SCHULZ, 2007) temos relatado que os túneis de compostagem intensiva são construídos em concreto sob área plana. Uma série de tubos de aeração, posicionados paralelamente, são instalados longitudinalmente no piso de concreto do túnel, por baixo da área que receberá os resíduos.

Os pequenos orifícios são perfurados para receber as conexões (pequenos bocais cônicos usados para distribuir o ar), que são coladas nos tubos. As conexões apresentam bicos cônicos para impedir os bloqueios. Durante o processo de compostagem, um ventilador sopra ar diretamente na câmara de compostagem e também nos tubos de aeração sob o piso do túnel. As conexões presentes no piso do túnel fornece uma aeração pressurizada, para assegurar que o ar penetre no material. Desta forma, o processo de compostagem pode ser adequadamente controlado.

#### 3.2.4. Compostagem em Leira Tabular

Neste arranjo as vantagens de um sistema fechado são combinadas aos métodos de compostagem em leiras. Em compartimentos completamente automatizados, as frações orgânicas são amontoadas em leiras planas, aeradas de forma forçada, e revolvidas automaticamente por uma pá rotativa. O material é umedecido, quando necessário, através de sistemas pulverizadores localizados acima de leira ou durante o processo de revolvimento. Um piso perfurado permite que o ar seja lançado na leira, o ar exaurido é captado e direcionado para um biofiltro, a fim de evitar perturbações pelos odores. No decurso da decomposição, os resíduos são revolvidos na sua totalidade. Após este período, a massa é encaminhada para uma área de pós-maturação, segundo descrito em “*Aplicação do tratamento mecânico-biológico de resíduos no Brasil*” (FRICKE; DICHTL; SANTEN; MÜNNICH; BAHR; HILLEBRECHT; SCHULZ, 2007).

## 4. Triagem de Materiais Recicláveis

Este processo exige o desenvolvimento de uma planta mais simples com objetivo de segregar recicláveis demandando uma menor complexidade operacional e com bastante receptividade de mercado em relação aos subprodutos gerados.

Entretanto, considerando a coleta indiferenciada dos resíduos, temos um processo que carrega consigo uma série de complexidades tais como acondicionamento em sacolas múltiplas e ainda presença de umidade decorrente dos orgânicos, que pode reduzir o potencial de segregação e reaproveitamento de algumas frações como papéis e papelões. Este conceito tecnológico tem um desvio de massa bastante limitado.

Para o aparelhamento desta rota deverão estar contemplados rompedor de sacola para projetos até 250.000 habitantes e triturador para projetos acima deste valor. Ainda, tambor de peneiramento, separador magnético e central de triagem. Para projetos acima de 250.000 habitantes, pode-se utilizar separador balístico e óptico, bem como prensa.

## 5. Aterro sanitário

Segundo BNDES 2014. Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Universidade Federal de Pernambuco (FAD/UFPE):

O Aterro Sanitário, além de ser o local de disposição final dos resíduos, também pode ser considerado como uma tecnologia de tratamento de resíduos dada a ocorrência de um conjunto de processos físicos, químicos e microbiológicos, sob a forma de um reator anaeróbio, que tem como resultado uma massa de resíduos, química e biologicamente, mais estável (Recesa, 2010).

Segundo a NBR 15.849/2010, os aterros sanitários consistem em uma instalação para a disposição de resíduos sólidos no solo, localizada, concebida, implantada e monitorada segundo princípios de engenharia e prescrições normalizadas, de modo a maximizar a quantidade de resíduos disposta e minimizar impactos ao meio ambiente e à saúde pública.

Assim, o aterro sanitário, cuja utilização vem se expandindo no Brasil, é a tecnologia universal de disposição final de resíduos sólidos urbanos, imprescindível, mesmo nos países onde existem outras tecnologias de tratamento, como incineração, compostagem e reciclagem. Atualmente, para se cumprir o que determina a PNRS, antes de encaminhar os resíduos sólidos ao aterro sanitário, deve-se primeiramente recicla-los, trata-los e/ou reutilizá-los, visando prolongar sua vida útil. Assim, devem ser enviados para o aterro sanitário apenas rejeitos, que são os resíduos que não podem ser mais recuperados sob nenhuma forma, ou ainda, aqueles para os quais não existe mercado.

Em um aterro sanitário, existem diversos elementos que devem ser projetados e planejados com base em critérios de engenharia, tais como sistema de impermeabilização de base, sistema de drenagem de águas superficiais, drenagem de líquidos e gases gerados na decomposição da massa de resíduos, sistema de cobertura dos resíduos, unidades de tratamento de lixiviados e outros. Esse conjunto de sistemas e unidades visa garantir a segurança do aterro, o controle de efluentes líquidos, a redução das emissões gasosas, bem como a redução de riscos à saúde da população, garantindo assim o correto recebimento e tratamento dos resíduos, com menor impacto ambiental e proteção da saúde pública. A concepção de cada um desses elementos depende do tipo de aterro, das características dos resíduos, do terreno, etc.

A disposição dos resíduos em aterros obedece à classificação regulamentada pelas normas brasileiras. Os resíduos que podem ser dispostos nos aterros sanitários são aqueles considerados não perigosos, ou seja, resíduos Classe IIA e Classe IIB. Os resíduos de Classe IIA são aqueles considerados não inertes e que podem possuir as propriedades de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água (por exemplo: matéria orgânica e papel), enquanto os resíduos de Classe IIB são considerados inertes, e correspondem àqueles que, quando amostrados de forma representativa e submetidos ao contato com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, não apresentam nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, exceto aspectos de cor, turbidez, dureza e sabor (exemplo: vidros, plásticos e borrachas) regulamentados pela NBR nº 10.004/04. Embora sejam resíduos Classe IIB, os Resíduos da Construção Civil não podem ser dispostos em aterros sanitários.

De acordo com as normas brasileiras, para atender a PNRS, podem ser empregados aterros sanitários com ou sem geração de energia e aterros sanitários de pequeno porte.

Os aterros sanitários são normatizados pela NBR 8419/1984 e têm como finalidade prevenir danos à saúde pública, minimizando ainda os impactos ambientais decorrentes da disposição dos resíduos. Para tanto, são utilizadas técnicas de confinamento de modo a reduzir os resíduos ao menor volume permissível, ocupando a menor área possível, executadas segundo critérios específicos de engenharia. Diariamente, a área das células de resíduos é coberta na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário. [...]

O aterro sanitário com geração de energia é aquele que utiliza a drenagem dos gases gerados nos processos de decomposição anaeróbia dos resíduos e os encaminha, por meio de tubos coletores, para uma unidade de geração de energia. Nesse caso, os aterros sanitários passaram por uma evolução tecnológica e podem ser considerados digestores anaeróbios (sistema físico, químico e biológico), em que a biodegradação dos resíduos possui como meta a redução do volume aterrado, otimizando áreas e reduzindo custos operacionais, e o aproveitamento energético do biogás. Este ganho de eficiência na produção de metano deverá ser obtido pelas condições de projeto e operação, pela composição dos resíduos, pela composição microbiológica dos nutrientes presentes na massa de resíduos, e ainda, pela densidade e umidade de sua disposição.

### Geração de gases em aterro sanitário

Segundo medições de projetos com recuperação de gás do IPCC versão 2006, existem uma variação de 9 a 90%. Segundo o período de vida útil do aterro, é considerado que apenas 50% do potencial metano gerado pode ser capturado considerando técnicas avançadas de coleta ativa do biogás.

- Segundo o Manual de SWM-GHG Calculadora desenvolvido pela GTZ/KfW, é assumido um valor médio de 50% de eficiência de captura de gás de aterro. <https://www.giz.de/expertise/downloads/giz-kfw-ifcu2009-en-climate-calculator-swm-manual.pdf>
- O IPCC (2006) considera como default para países que não tem medição local de 20%.
- A falta de medição local para gerar dados a nível nacional nos faz ter que referir aos valores sugeridos no IPCC.
- E eficiência de coleta do biogás também é função da cobertura do aterro. Em alguns experimentos foi demonstrando uma variação

significativa, dependendo da camada de cobertura, sendo a geomembrana a tecnologia que permite uma melhor eficiência na coleta. Para uma cobertura diária base, um estudo no Canadá demonstrou 67% de coleta. [https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-06/documents/19reinhart\\_lmop\\_2012.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-06/documents/19reinhart_lmop_2012.pdf)

## 6. Referências Bibliográficas

*Brasil. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Probiogás. O estado da arte da tecnologia de metanização seca / Probiogás; organizadores, Ministério das Cidades, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (GIZ); autor, Luis Felipe de Dornfeld Braga Colturato. – Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2015.*

“Aplicação do tratamento mecânico-biológico de resíduos no Brasil” (FRICKE; DICHTL; SANTEN; MÜNNICH; BAHR; HILLEBRECHT; SCHULZ, 2007)

*PEREIRA, Christiane Dias (2014): Rota tecnológica para a gestão sustentável de resíduos sólidos domiciliares. 2014. Trabalho de conclusão de curso (Especialização) – Curso de Pós-Graduação em Direito Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.*

*Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil. BNDES 2014. Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Universidade Federal de Pernambuco (FAD/UFPE).*

---

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. Nesta Nota Técnica foram apresentadas as diretrizes a serem adotadas na estruturação de projetos de concessão e PPP relativos ao manejo de resíduos sólidos urbanos no âmbito do FEP CAIXA, seguindo as orientações estabelecidas na Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS e na Política Federal de Saneamento Básico, não excluindo outras tecnologias a serem identificadas para diferentes aportes populacionais e características regionais.
2. Salienta-se que estas diretrizes deverão ser aplicadas no Relatório de Análise Preliminar, no Estudo de Viabilidade Técnica Econômica e Ambiental – EVTEA (nos diversos estudos que o compõe), no diagnóstico social e no Plano de Comunicação Social.
3. Considerando que haverá uma equipe multidisciplinar envolvida na elaboração dos estudos para a estruturação das concessões, orienta-se que o conteúdo desta Nota Técnica seja discutido e internalizado por todas as instituições envolvidas no FEP CAIXA.
4. Também é importante destacar que tais diretrizes devem ser internalizadas nos estudos para que haja garantia de atendimento aos instrumentos técnicos e institucionais já criados.
5. Por fim, sugere-se encaminhar esta Nota à CAIXA para que sejam tomadas providências para o debate técnico e a internalização das diretrizes apresentadas.

Brasília-DF, 04 de setembro de 2018

**SILVANO SILVÉRIO DA COSTA**

Especialista em infraestrutura sênior

Assessor da Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura – SDI/MPDG

**MANOEL RENATO MACHADO FILHO**

Diretor e Conselheiro CFEP

Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura - SDI/MPDG

**SÉRGIO LUIS DA SILVA COTRIM**

Especialista em infraestrutura sênior

Gerente de Projeto



Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental

SNSA/MCIDADES

**MICHELLI MIWA TAKAHARA**

Diretora

Departamento de Repasses a Projetos de Saneamento

Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental

SNSA/MCIDADES

**DENISE MARIA LARA DE SOUZA SEABRA**

Diretora

Departamento de Financiamento de Projetos de Saneamento

Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental

SNSA/MCIDADES

**PATRÍCIA VALÉRIA VAZ AREAL**

Coordenadora Geral

Coordenadoria Geral de Cooperação Técnica em Saneamento

CGCOT/DENSP/FUNASA/MS

**RODOLFO RODRIGUEZ DE CARVALHO**

Coordenador Geral

Coordenadoria Geral de Engenharia Sanitária

CGESA/DENSP/FUNASA/MS

**RUY GOMIDE BARREIRA**

Diretor

Departamento de Engenharia de Saúde Pública

Fundação Nacional de Saúde

DENSP/FUNASA/MS



Documento assinado eletronicamente por **SILVANO SILVERIO DA COSTA**, Assessor Técnico, em 04/09/2018, às 09:08.



Documento assinado eletronicamente por **MANOEL RENATO MACHADO FILHO**, Diretor, em 04/09/2018, às 12:05.

---



Documento assinado eletronicamente por **PATRÍCIA VALÉRIA VAZ AREAL, Usuário Externo**, em 10/09/2018, às 11:24.

---



Documento assinado eletronicamente por **Sergio Luis da Silva Cotrim, Usuário Externo**, em 10/09/2018, às 14:22.

---



Documento assinado eletronicamente por **Rodolfo Rodriguez de Carvalho, Usuário Externo**, em 10/09/2018, às 14:53.

---



Documento assinado eletronicamente por **RUY GOMIDE BARREIRA, Usuário Externo**, em 10/09/2018, às 15:26.

---



Documento assinado eletronicamente por **Michelli Miwa Takahara, Usuário Externo**, em 12/09/2018, às 14:48.

---



Documento assinado eletronicamente por **Denise Maria Lara de Souza Seabra, Usuário Externo**, em 13/09/2018, às 17:27.

---



A autenticidade do documento pode ser conferida no site [<https://seimp.planejamento.gov.br/conferir>], informando o código verificador **6935363** e o código CRC **F237BCAD**.

---