

# COMBUSTÍVEL DERIVADO DE RESÍDUOS



ROTEIRO PARA AVALIAÇÃO  
PRELIMINAR DA PRODUÇÃO  
DE COMBUSTÍVEL DERIVADO  
DE RESÍDUOS (CDR)

## REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente

**Jair Messias Bolsonaro**

Vice-Presidente

**Antonio Hamilton Martins Mourão**

## MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL

Ministro

**Rogério Marinho**

Secretário Executivo

**Daniel de Oliveira Duarte Ferreira**

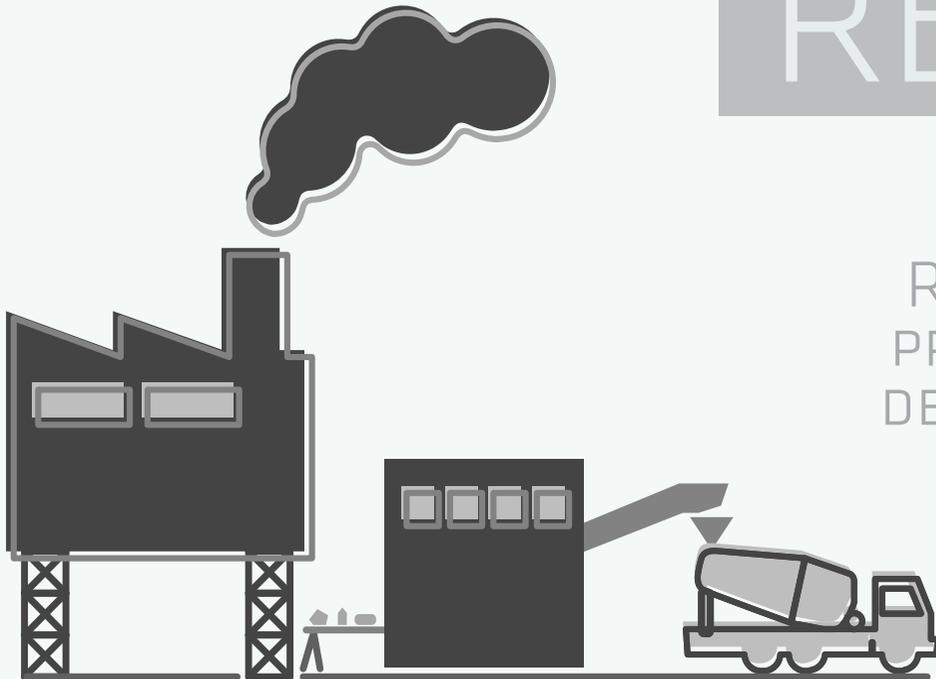
Secretário Nacional de Saneamento

**Pedro Maranhão**

# COMBUSTÍVEL

# DERIVADO DE

# RESÍDUOS



ROTEIRO PARA AVALIAÇÃO  
PRELIMINAR DA PRODUÇÃO  
DE COMBUSTÍVEL DERIVADO  
DE RESÍDUOS (CDR)

BRASÍLIA/DF 2021

---

# FICHA TÉCNICA

## ORGANIZAÇÃO

**Cooperação para a proteção do clima na gestão dos resíduos sólidos urbanos – ProteGEEr**

*Diretora do Departamento de Repasses a Projetos*  
**Helena Buys Gonçalves Rocha Ferreira Da Silva**

*Diretor do Departamento de Financiamento de Projetos*  
**Alfredo Assis de Carvalho**

*Deutsche Gesellschaft für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH*  
**Hélinah Cardoso Moreira**

*Edição de Conteúdo*  
**Catharina Vale**  
**Fabiana Dias**

*Consultoria Técnica*  
**Alaim Silva de Paula**  
**Christiane Dias Pereira**

*Colaboração Técnica*  
**ABETRE, ABLP, ABRELPE e SELURB**

*Projeto Gráfico*  
**Estúdio Cajuína**

## Equipe Técnica

*GIZ / ProteGEEr*

**Mariana Silva**  
**Ana Bárbara Zanella**

*Consórcio GOPAInfra – adelphi / ProteGEEr*

**Jan Janssen**  
**Guilherme Gonçalves**  
**Rebeca Borges de Oliveira**

*Universidade Técnica de Braunschweig / ProteGEEr*  
**Christiane Dias Pereira**

*SNS/MDR*

**Clesivania Santos Rodrigues e Silva Vieira**  
**Dogival de Oliveira Costa Junior**  
**Ernani Ciríaco de Miranda**  
**Jamaci Avelino do Nascimento Junior**  
**Karina Araujo Souza**  
**Maria Otília Bertazi Viana**  
**Sérgio Luis da Silva Cotrim**

# SUMÁRIO

●	APRESENTAÇÃO	6
●	CONHEÇA O KIT DE FERRAMENTAS	8
<b>1</b>	O POTENCIAL DE REAPROVEITAMENTO ENERGÉTICO VIA CDR NO BRASIL	12
<b>2</b>	O SETOR CIMENTEIRO E AS OPORTUNIDADES NO BRASIL	21
<b>3</b>	CDR É UMA BOA SOLUÇÃO PORQUE...	26
<b>4</b>	ANTES DE PLANEJAR, VALE A PENA CONSIDERAR: CONDIÇÕES BÁSICAS PARA CDR	29
<b>5</b>	PASSO A PASSO PARA PROJETO DE CDR	37
<b>6</b>	PARA FINALIZAR: OS ASPECTOS MAIS RELEVANTES	43

# Apresentação

O manejo dos resíduos sólidos urbanos é componente do saneamento básico regulamentado pela Lei 11.445/07, constituído pelas atividades de disponibilização e manutenção de infraestruturas operacionais de coleta, varrição, limpeza asseio e conservação urbana, assim como coleta, transporte, transbordo e a destinação adequada dos resíduos sólidos urbanos com seu tratamento e a disposição final dos rejeitos. São serviços que, prestados de forma adequada, contribuem fundamentalmente para a salubridade do meio ambiente com forte impacto positivo sobre a saúde e a qualidade de vida da população.

A melhoria da gestão dos resíduos sólidos urbanos deve se constituir de um ciclo virtuoso de atividades que observe, em ordem de prioridade, conforme regulamentado pela Lei 12.305/10, a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Deve, ainda, contemplar a sustentabilidade técnica, ambiental, social e econômico-financeira, numa visão de economia circular, que se inicia com a extração da matéria prima e a produção de um bem ou produto, passando por sua distribuição e consumo, até a geração, reutilização e reciclagem dos resíduos, e reintrodução destes na cadeia produtiva, sendo descartados somente os rejeitos.

No Brasil, para alcançar o patamar onde prevalece a gestão sustentável dos resíduos, há inúmeras barreiras a enfrentar. A estrutura descentralizada, que tem o município como principal responsável pelo manejo dos resíduos sólidos urbanos, desponta como um dos maiores desafios, pois cerca de 70% dos municípios brasileiros tem menos de 20 mil habitantes, porte este que inviabiliza a sustentabilidade de alguns serviços. Além disso, os municípios de menor porte historicamente enfrentam dificuldades com a insuficiente capacidade técnica, institucional e financeira para uma gestão eficiente da limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos.

Neste contexto, a lei 14.026/2020, que trata do marco legal do saneamento básico, apresenta diretrizes fundamentais que, uma vez implementadas, irão propiciar a melhoria sustentável dos serviços nos municípios brasileiros. A principal delas é a que impulsiona a prestação regionalizada, orientando para o agrupamento de municípios com a participação dos estados,

de forma a assegurar a escala ótima, atendendo adequadamente às exigências de higiene e saúde pública proporcionando viabilidade econômica e técnica aos municípios, sobretudo os menos favorecidos.

A Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento Regional, cumprindo sua missão de apoiar os municípios brasileiros, sobretudo com foco no desenvolvimento regional, realiza diversas ações de apoio técnico e financeiro aos estados e aos municípios, que incluem desde programas de investimentos, com recursos onerosos e não onerosos, até o assessoramento e a capacitação dos gestores e gestoras municipais.

Como parte desse esforço coletivo, é aqui oferecido aos governadores, prefeitos, vereadores, secretários municipais, órgãos de controle, empreendedores locais e assessorias técnicas e jurídicas de todo o país o Roteiro para Avaliação Preliminar da Produção de Combustível Derivado de Resíduos (CDR). A Secretaria espera que o presente documento possa contribuir efetivamente para a melhoria da gestão dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos em todo o País.

Boa leitura e bom uso das ferramentas!

Pedro Maranhão

Secretaria Nacional de Saneamento  
Ministério do Desenvolvimento Regional

# Conheça o Kit de Ferramentas

Colocar a gestão de RSU em prática é um processo desafiador. Pensando nisso criamos um conjunto de ferramentas e instrumentos para apoiar os gestores municipais, com uma solução gratuita e disponível via internet: o **Kit de Ferramentas ProteGEEr para aprimoramento da Gestão Municipal de RSU**.

O Kit de Ferramentas oferece um **conjunto de orientações e instrumentos** práticos de gestão de RSU com conteúdos que abordam diversos problemas e demandas do/a gestor/a, trazendo soluções tecnológicas, administrativas e econômicas. Tudo de forma muito objetiva, para apoiar os sistemas de manejo de resíduos: seja para começar do zero, se este for o caso, seja para fazer melhor o trabalho que já está sendo praticado.



O ProteGEEr é um projeto de cooperação técnica entre Brasil e Alemanha que busca promover uma gestão sustentável e integrada dos resíduos sólidos urbanos nos Municípios brasileiros. O projeto é implementado numa parceria entre a Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável, por meio da *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH* e o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR). O Kit de Ferramentas tem o propósito de fortalecer os atores municipais responsáveis pela gestão de RSU, oferecendo capacitação e ferramentas práticas para a gestão.



Os gestores encontrarão outras orientações, como calcular o valor de uma cobrança pelos serviços para promover a sustentabilidade do sistema, ou como calcular as emissões de Gases de Efeito Estufa das soluções tecnológicas avaliadas.

---

Conheça todas as ferramentas que serão disponibilizadas pelo MDR por meio da SNS:

1. Boas Práticas na Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos
2. Roteiro para Planejamento e Implementação da Coleta Seletiva
3. Roteiro para Implementação de Consórcios Públicos de Manejo de RSU
4. Roteiro para Avaliação Preliminar da Produção de Combustível Derivado de Resíduos (CDR)
5. Roteiro para a Sustentabilidade do Serviço Público de Manejo de RSU
6. Roteiro para Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) no Manejo de RSU
7. Ferramenta de Rotas Tecnológicas e Custos para Manejo de RSU
8. Ferramenta de Cálculo de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) no Manejo de RSU – Metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)
9. Ferramenta de Cálculo de Taxas ou Tarifas dos Serviços de Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos
10. Roteiro para Encerramento de Lixões – Apoio para Tomada de Decisões

Neste material, você terá acesso ao Roteiro para Avaliação Preliminar da Produção de Combustível Derivado de Resíduos (CDR). Veja o que você vai encontrar:

## ROTEIRO PARA AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA PRODUÇÃO DE COMBUSTÍVEL DERIVADO DE RESÍDUOS (CDR)

- **O QUE É?** Fluxograma passo a passo para orientar o gestor público na avaliação preliminar da viabilidade da produção de CDR e na tomada de medidas para mobilizar iniciativas de produção e coprocessamento de CDR. Este material se destina principalmente aos municípios que tem viabilidade para utilizar o CDR, como por exemplo, ter uma cimenteira num raio de 150 km da planta de tratamento de resíduos sólidos industriais (RSI) e/ou resíduos sólidos urbanos (RSU).
- **POR QUÊ?** Apesar do potencial considerável e da alta demanda da indústria de cimento, atualmente existem poucos projetos de CDR em operação no Brasil. Os atores municipais precisam de mais informação sobre os possíveis caminhos de tecnologias, viabilidade e devem compreender os requisitos do mercado.
- **COMO UTILIZAR?** Com base nas características individuais e na gestão dos RSU do município, seguir as cinco etapas definidas pelo roteiro para iniciar a avaliação preliminar da produção de CDR em sua região.
- **QUAIS RESULTADOS?** Instrumentos para avaliação preliminar para a produção de CDR, conhecimento e discussão de demanda de mercado, incremento na sensibilidade durante a tomada de decisão devido ao acesso as condições de contorno para viabilizar um projeto para geração de CDR.

Desejamos que o Kit de Ferramentas apoie o seu município a realizar a gestão de RSU de forma ainda mais eficaz.

Desejamos que o Kit de Ferramentas apoie o seu município a tomar as melhores decisões quanto à a gestão de RSU.

Muito bem-vindos e bem vindas a esta publicação! ~~cação!~~

1

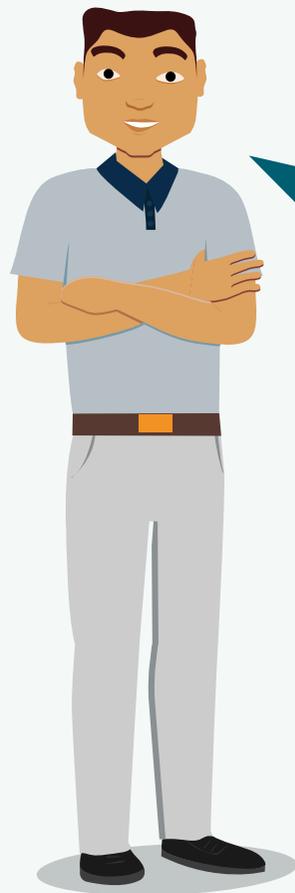
---

O potencial de  
reaproveitamento  
energético via  
CDR no Brasil

As possibilidades de tratamento e recuperação de um resíduo frequentemente se esgotam diante das limitações tecnológicas e, também, diante das condições econômicas, que variam de região para região do Brasil, e caso a caso. Ou seja, o mesmo material que é considerado rejeito em um município pode – com as mesmas características físicas – apresentar potencial de recuperação em outro. Esses potenciais dependem também de políticas públicas que possam criar um ambiente econômico e social que potencialize a recuperação de materiais.

O Brasil, pelas dimensões continentais, pelo tamanho de sua população e pela sua diversidade de cenários de norte a sul e de leste a oeste, depara-se com um desafio enorme de encontrar soluções tecnológicas e de mercado replicáveis para toda essa pluralidade de cenários.

De forma complementar, as práticas de tratamento de resíduos sólidos ganharam força no cenário global a partir do entendimento do potencial do setor em alavancar novos modelos de negócios e contribuir para economias regionais e locais. Além disso, os aterros sanitários, apesar de necessários, têm se mostrado cada vez menos propícios, devido ao potencial elevado de emissão de gases de efeito estufa (GEE), às práticas de engenharia que não conseguem afastar o potencial de contaminação a médio e longo prazo, às ações onerosas de manutenção após seu encerramento e aos custos cada vez mais significativos de aquisição da área e de transporte de resíduos para regiões mais remotas. Aliado a isso, os recursos naturais estão se tornando cada vez mais valorizados (portanto, o mercado de recursos secundários tem ganhado força), os recursos energéticos estão mais caros e a sociedade tem se tornado mais sensível às questões ambientais.



Pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, o índice de reciclagem de secos no Brasil é muito baixo, estimado em apenas 2,2% do total de Resíduos Sólidos Urbanos. Isso representa apenas 7,0% do total de resíduos recicláveis secos, potencialmente recicláveis!

Já o índice de recuperação de resíduos orgânicos pode ser considerado insignificante, sendo de 0,2% do total de Resíduos Sólidos Urbanos (SNIS, 2019), que representa apenas 0,5% do total de resíduos orgânicos, potencialmente compostáveis.

Com base nas baixas taxas de reciclagem de materiais apontadas pelo SNIS, a recuperação energética assume caráter complementar às demais tecnologias, permitindo ampliar a capacidade de desvio de massa dos aterros.



Dados sobre a destinação dos RSU nos países membros da Comunidade Europeia apontam que, à medida que as tecnologias de reciclagem avançam e se desenvolvem em um país, as tecnologias de aproveitamento energético também percorrem esse mesmo caminho quase simultaneamente. Ou seja, não há uma competição entre essas duas formas de tratamento/destinação de resíduos, na realidade elas se complementam e resultam na minimização do envio de rejeitos aos aterros sanitários, conforme pode ser visto na figura 1.

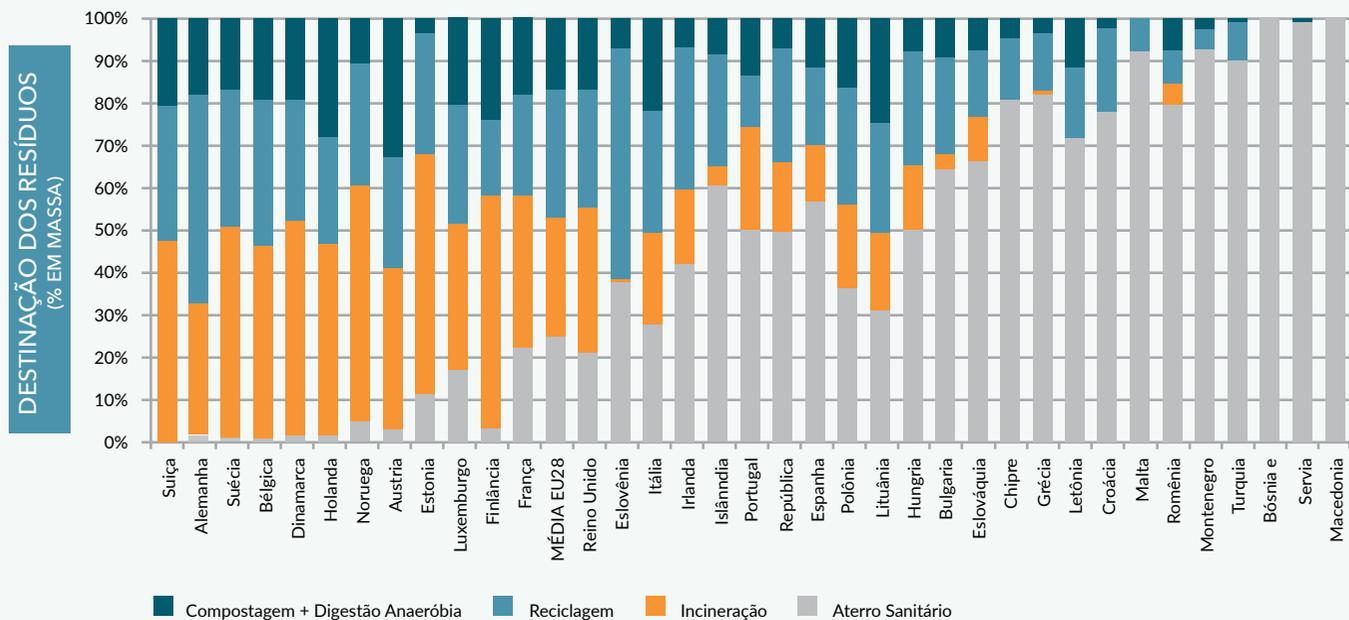
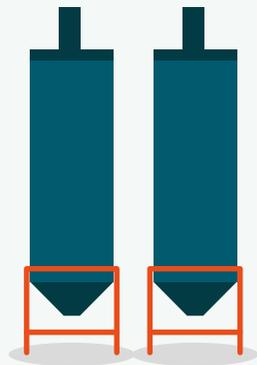


FIGURA 1 - DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS EM PAÍSES DA EUROPA (EM % DE MASSA). ADAPTADO DE EUROSTAT (2017)

Portanto, o que percebemos é que não existe uma competição ou concorrência entre a reciclagem de resíduos secos e orgânicos (compostagem) e a recuperação energética (incluindo a produção de CDR para o coprocessamento.)

Assim, tanto os rejeitos da coleta seletiva após os processos de triagem dos materiais recicláveis secos quanto o material orgânico estabilizado após a biosecagem podem ainda apresentar potencial para outras alternativas de tratamento e recuperação, por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis. Um dos melhores exemplos disso é a produção de combustíveis derivados de resíduos (CDR) e seu posterior uso no coprocessamento, alternativa que tem se mostrado uma opção efetiva em todo o mundo, principalmente em parceria com o setor de fabricação de cimento.



O termo CDR cobre um amplo espectro de materiais presentes no RSU e no resíduo sólido industrial (RSI) não perigoso, mas ainda não há uma denominação pacificada no mercado brasileiro. Por outro lado, existem várias denominações, via marcos legais:

- Resolução SMA nº 38/2017 (SP): CDRU (combustível derivado de resíduos urbanos);
- ABNT NBR 16.849:2020: RSUe: (Resíduos Sólidos Urbanos Energéticos);



A Portaria Interministerial N° 274, de 30/04/2019, disciplina a recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos referenciados na Lei n° 12.305, de 2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos e Decreto n° 7.404, de 2010. A portaria:

- Reconhece a recuperação energética dos resíduos como uma das formas de destinação final ambientalmente adequada;
- Classifica os resíduos passíveis de recuperação energética;
- Reforça a necessidade de licenciamento ambiental das Unidades de Recuperação Energética;
- Estabelece diretrizes operacionais para as URE's - Unidades de Recuperação Energética e a obrigatoriedade de elaboração de Plano de Contingência, Plano de Emergência e Plano de Desativação para as Unidades de Recuperação Energética.

Essa portaria tem implicações para o mercado e para o tema de CDR. Aumenta a demanda e a competição pelo emprego de CDR. O aumento potencial de implementação de projetos de Unidade de Recuperação Energética, as UREs, para produção de energia elétrica representarão um volume potencial adicional de consumo do CDR que vai além da indústria cimenteira.



Há também mais uma resolução importante. A substituição da CONAMA 264, de 26/08/1999, pela CONAMA 499 de 06/10/2020, que dispõe na esfera federal sobre o coprocessamento de resíduos em fornos de clínquer na indústria de cimento, trouxe como principais inovações:

- Estabelece limites para os poluentes orgânicos persistentes e complementa a lista dos limites de emissões a serem respeitados pela atividade, o que traz mais segurança para os órgãos licenciadores sobre os resíduos passíveis de licenciamento;
- Permite maior flexibilidade de licenciamentos;
  - Via princípio da equivalência e similaridade entre novos resíduos e outros já licenciados;
  - Amplia a variedade de resíduos a serem usados na composição das misturas, notadamente os resíduos perigosos;
- Delega aos órgãos licenciadores a permissão para licenciar resíduos altamente perigosos, desde que comprovados os ganhos do balanço ambiental;
- Estabelece o princípio da responsabilidade compartilhada uma vez que a flexibilização do processo de licenciamento pressupõe que as cimenteiras irão seguir as boas práticas aplicáveis com o automonitoramento das emissões.



Muito importante também é destacar que todo CDR é um resíduo não perigoso!

Apesar de não haver uma única terminologia, os resíduos de CDR podem ser enquadrados como resíduos secos ou orgânicos que sofreram segregação das frações potencialmente recicláveis e ainda detêm conteúdo energético, que poderá ser recuperado em detrimento do simples aterramento.

Isso também representa algumas implicações para o mercado. As inovações previstas na CONAMA 499 ampliam as potencialidades de 'modicidade tarifária' para o preço do serviço de manejo e tratamento do RSU, ou seja, a utilização da tecnologia de produção de CDR pode contribuir para a redução do valor da taxa ou da tarifa paga pela população.



Já há diversas tecnologias de tratamento, porém muitas ainda estão em desenvolvimento e não têm a eficácia comprovada em plantas equivalentes à escala operacional para RSU. O governo federal recomenda a adoção de tecnologias de tratamento já consolidadas e comprovadamente funcionais – isso foi feito por intermédio da [Nota Técnica Conjunta nº 1/2020/SPPI/MDR/MMA/Funasa](#) (BRASIL, 2020). A nota técnica destaca que as tecnologias devem: “considerar tecnologias consagradas no mercado nacional ou internacional, com exemplos de aplicação em escala similar ao porte da população a ser atendida”.

38 PLANTAS  
INTEGRADAS  
LICENCIADAS



Fonte: ABPC, 2019

Plantas integradas são plantas que exploram a jazida de calcário e tem fornos de clínquer, demandando assim CDR e a moagem de cimento final. Plantas não integradas são aquelas que possuem apenas moagem de cimento.

A sinergia entre o setor de resíduos e o do cimento pode vir a garantir o escoamento de parte significativa do CDR produzido a partir de resíduos urbanos em unidades de coprocessamento, podendo o quantitativo remanescente ser encaminhado para substituição energética em outros setores de atividade econômica. A diversidade geográfica das fábricas de cimento no Brasil, presentes em quase todos os estados e próximas dos centros populosos (onde se encontram também os grandes centros geradores de resíduos), e o fato de os fornos de clínquer já estarem instalados, tornam o coprocessamento uma alternativa tecnológica que poderá ser replicada nas cinco regiões macrogeográficas do Brasil.

# 2

O setor  
cimenteiro e as  
oportunidades  
no Brasil

---

O setor cimenteiro no Brasil, nos anos 90, por questões econômicas e ambientais adotou uma prática de sustentabilidade já consolidada no setor a nível mundial: a tecnologia denominada coprocessamento.

Essa tecnologia permite a destinação sustentável e ambientalmente adequada para os resíduos gerados por diversas origens. Eles podem ser usados nos fornos de clínquer das indústrias cimenteiras.

Ela tem como principal objetivo eliminar os resíduos nos fornos de cimento sem gerar novos passivos ambientais, contribuindo para a preservação de recursos naturais, por substituir matérias primas e combustíveis tradicionais no processo de fabricação do cimento.

O coprocessamento é regulamentado a nível federal no Brasil pela CONAMA 499/2020 e alguns estados possuem legislações específicas estaduais complementares.

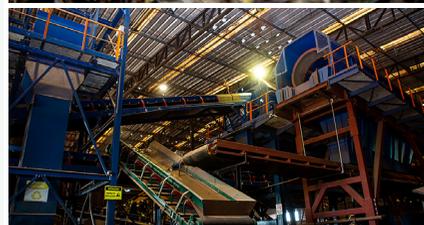
#### PARA VISUALIZAR MELHOR O CDR



1 - CDR Combustível  
Derivado de Resíduos -  
CDR FINO  
Tamanho: < 25 mm  
Composição: mix de papel,  
plásticos, têxteis, papelões etc



2 - CDR Combustível  
Derivado de Resíduos -  
CDR GROSSO  
Tamanho: < 50 mm  
Composição: mix de papel,  
plásticos, têxteis, papelões etc



3 - Planta Produção  
CDR - Processo TMB -  
Tratamento Mecânico  
Biológico (Rejeitos Secos +  
Reaproveitamento Fração  
Orgânica)



4 - Planta Produção CDR -  
Processo TM - Tratamento  
Mecânico (Rejeitos Secos)

O setor cimenteiro já tem fomentado discussões no que diz respeito à minimização dos impactos climáticos e econômicos no processo produtivo e entende que o investimento em inovação é parte fundamental desse esforço. A substituição da fonte energética tradicional pelo combustível derivado de resíduos (CDR) tornou-se estratégica para esse setor.



As cimenteiras têm investido constantemente para alcançar, até 2030 e 2050, padrões internacionais em uso de matérias-primas e combustíveis alternativos não fósseis via coprocessamento em suas unidades no Brasil. Isso tem sido fortemente defendido no posicionamento do SNIC/ABCP. Com estas iniciativas e investimentos, as cimenteiras podem reduzir custos dos combustíveis utilizados no processo produtivo, reduzindo as emissões de gases de efeito estufa (GEE), ou seja, é a possibilidade de conciliar uma maior sustentabilidade econômica e ambiental por meio da eficiência energética e de outros combustíveis derivados de materiais alternativos.

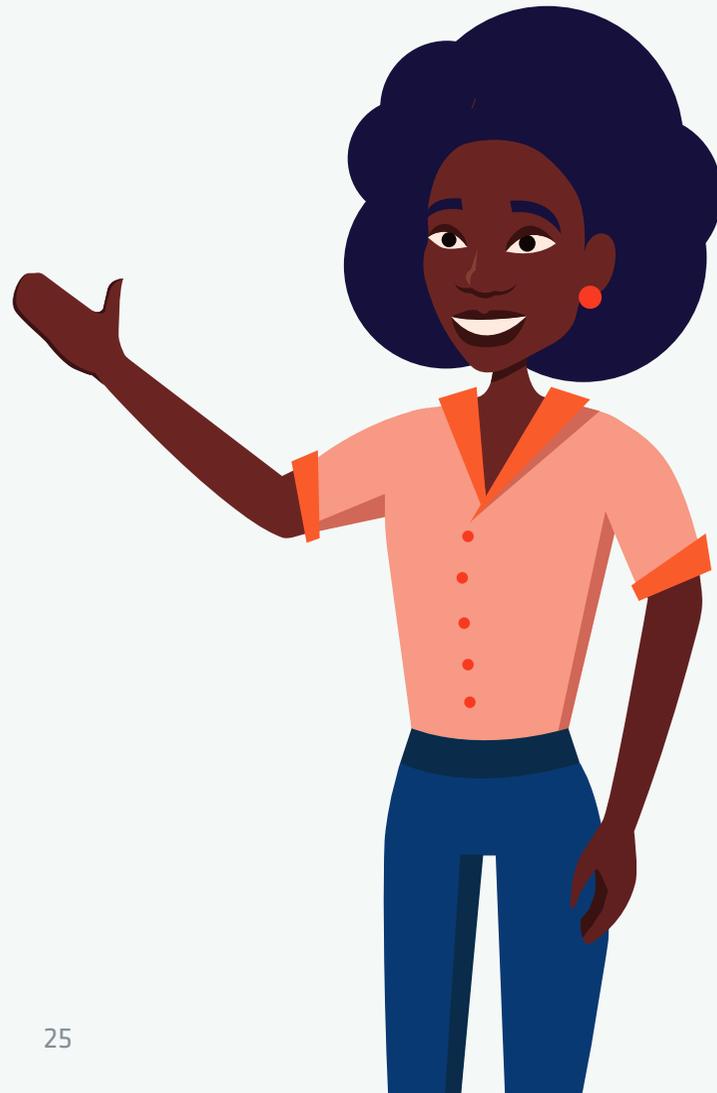
O SNIC é o Sindicato Nacional da Indústria da Construção e a ABCP é a Associação Brasileira de Cimento Portland. O setor tem se organizado por meio destas associações e já tem um roteiro para alcançar estes objetivos relativos à implementação do CDR. Neste âmbito, lançou-se em 2019 o roadmap tecnológico: “Roadmap de Desenvolvimento Tecnológico do Setor Cimenteiro Brasileiro”, que está disponível em PDF e pode ser acessado na internet no endereço [www.coprocessoamento.org.br](http://www.coprocessoamento.org.br). O CDR tem um papel de destaque neste planejamento, por exemplo: o setor cimenteiro objetiva ter uma taxa de substituição térmica de combustíveis fósseis pelo CDR em torno de 10% em 2030, chegando-se a algo próximo de 20% em 2050.

Para que isso se torne realidade, é fundamental a abertura de um diálogo multi-setorial. Essa é uma forma de garantir a transversalidade do tema entre o poder público do executivo e os órgãos de controle, o setor das empresas de gerenciamento de resíduos e os setores de uso intensivo de energia térmica, o que permitirá a identificação e implementação de projetos de forma sustentável e com visão de longo prazo.

Os gestores públicos têm aqui uma possibilidade de aliança com o setor empresarial. Fica o convite para considerarem, em seu planejamento para a gestão de RSU, a visão do setor privado, pois ele deverá ser o agente implementador e investidor do projeto. Com isso em mente, cabe ao gestor público buscar um equilíbrio entre o valor da contraprestação a ser paga pela prefeitura ou pelos cidadãos. Essa cobrança é necessária para o manejo e a destinação adequada dos resíduos, considerando-se também a expectativa de retorno do investimento pelo setor privado, que deverá ser compatível com a natureza e o risco do empreendimento.



Ressalta-se que um projeto de CDR é o estágio básico e inicial da implementação de uma abordagem de valorização energética de resíduos. Mas é também um projeto de engenharia complexo e, por isso mesmo, o gestor público deve estar tecnicamente bem assessorado para garantir uma modelagem do negócio consistente. Desde o início, é preciso entender as expectativas dos atores envolvidos e a complexidade da natureza do tema e do projeto.



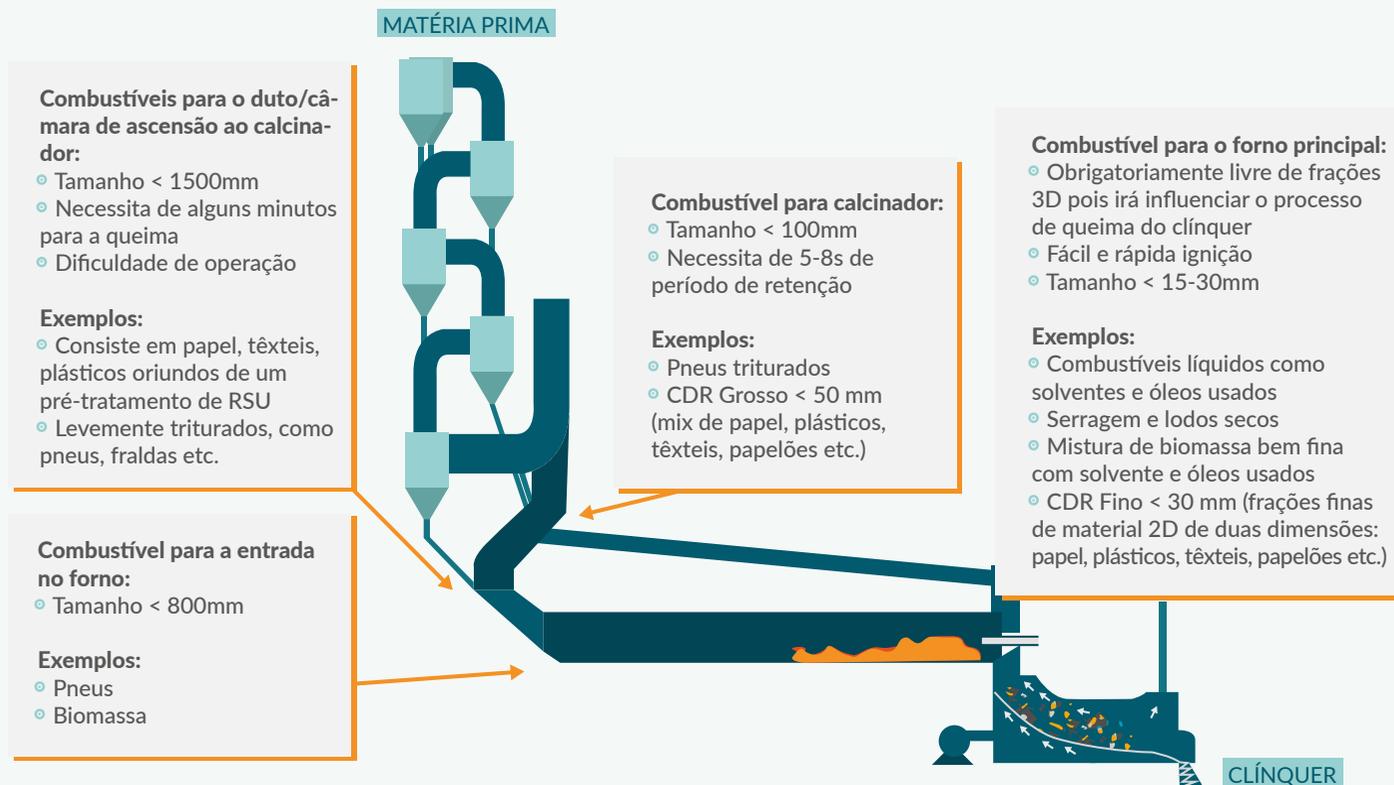
3

CDR é uma  
boa solução  
porque...

---



FIGURA 13 – ESQUEMA DE PLANTA CIMENTEIRA E POSSÍVEIS APLICAÇÕES DE COMBUSTÍVEL ALTERNATIVO



Fonte: WLTP, 2020

# 4

Antes de planejar,  
vale a pena  
considerar  
as condições  
básicas para CDR

Como dissemos, o projeto de CDR é um projeto de engenharia complexo e deve estar tecnicamente bem assessorado para garantir a modelagem do negócio. Dito isso, destacamos que a principal variável a se examinar para a viabilidade de um projeto CDR é a sua equação econômica. Para isso é necessário entendermos o projeto CDR como um negócio e avaliarmos quais são as variáveis que o influenciam economicamente.

Para avaliar o CDR como negócio, são considerados como principais direcionadores:

- **Receitas de faturamento:** receitas advindas do pagamento pelas prefeituras e por outros grandes geradores, do serviço de destinação adequada de resíduos, mais as receitas acessórias advindas da venda do CDR para empresas cimenteiras ou outros consumidores;
- **Fretes de recebimento de resíduos e expedição do CDR:** tanto os resíduos quanto o CDR são materiais de baixo valor agregado. Caso sejam necessárias movimentações em grandes distâncias, perde-se muita competitividade econômica pelo impacto significativo das despesas de frete no custo operacional total do negócio. Neste sentido, é indicado, como referência de viabilidade, que as distâncias entre o centro gerador de resíduos, a planta de reciclagem e produção de CDR e a indústria que consumirá esse combustível estejam dentro de um raio de cerca de 150km;

- **Volume de resíduos a ser tratado e capacidade de consumo das cimenteiras ou outros potenciais consumidores:** como o montante de investimentos é significativo e uma parcela considerável do custo de produção tem características de custo fixo, a escala de volumes do projeto se torna um fator importante para a diluição de custos e o alcance do *break even point* do projeto. É importante frisar a necessidade de compatibilizar o consumo das cimenteiras e a disponibilidade de resíduos no seu entorno;
- **Custo de energia tradicional das cimenteiras ou outros potenciais consumidores:** um dos ganhos econômicos sob o ponto de vista das cimenteiras se dá com a substituição do coque verde de petróleo, um material com alta concentração de carbono e que, muitas vezes, precisa ser importado. Assim, quanto maior o preço do coque maior será o potencial preço de venda do CDR às cimenteiras, que deverá ser definido ou indexado em relação à alternativa do uso do coque de petróleo;
- **Meta de qualidade CDR, grau de tecnologia de produção, caracterização dos resíduos, quantidade de resíduos a serem tratados, Capex e Opex do projeto:** há sempre um compromisso entre essas cinco variáveis, que devem ser combinadas de modo a se obter a melhor relação custo-benefício na visão da prefeitura, das cimenteiras e do retorno do investidor estratégico privado;
- **Plano de comunicação robusto para a implementação do projeto CDR:** dado o contexto inovador de um projeto CDR e a diversidade de atores envolvidos, deve-se estruturar um plano de comunicação robusto para propiciar a melhor gestão de relacionamentos entre a coordenação e os principais atores envolvidos no projeto, como ação de mitigação de risco e esforço de implementação do projeto CDR.

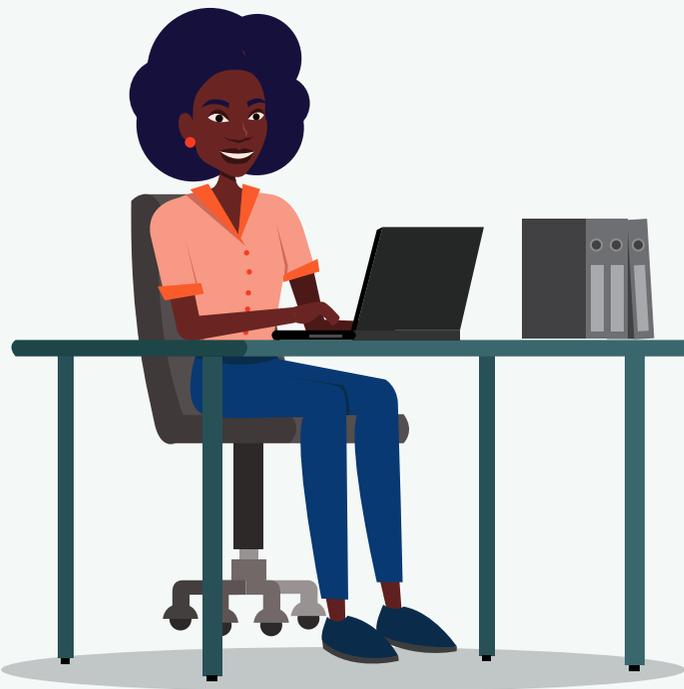
Resolvemos destacar alguns termos importantes para a ampla compreensão dos direcionadores.

**Break even point** (Ponto de Equilíbrio): Acontece quando os cálculos indicam que os custos e as despesas totais são iguais à receita total, ou seja, o negócio não teve lucro nem prejuízo.

**Coque verde de petróleo**: É um produto sólido, obtido a partir do craqueamento de óleos residuais pesados em unidades de conversão de resíduos denominadas Unidades de Coqueamento Retardado, produzido pelas refinarias de petróleo.

**Capex**: Vem do inglês *Capital Expenditure* e se refere ao capital a ser investido no projeto ou empreendimento.

**Opex**: Vem do inglês *Operational Expenditure* e se refere ao total do custo operacional com a planta em operação.



## O básico para saber se um projeto de CDR é viável

Apesar de interessante e de todo o retorno positivo, a implementação de um projeto de CDR não é viável para todos os municípios. É necessário que as condições básicas para sua viabilidade existam de forma convergente, conforme destacamos aqui:

- Os projetos CDR somente são viáveis quando se trata de um negócio local onde as distâncias entre o centro gerador de resíduos (município ou consórcio), planta de reciclagem e produção de CDR e o consumidor final do CDR (a indústria cimenteira) estão dentro de um raio de, aproximadamente, 150 km. De outra forma, os custos de frete envolvidos tanto para transporte do resíduo bruto até a planta de tratamento e produção de CDR quanto os custos de frete para transporte do CDR até o consumidor final inviabilizam economicamente o negócio;
- Os investimentos envolvidos em um projeto CDR são de grande magnitude (usualmente acima de 50 milhões de reais). Dessa forma, quanto maior a quantidade de resíduos a ser tratada e quanto maior o volume de CDR a ser produzido, melhores serão as condições de rentabilidade do investimento. Nesse contexto, dentro da realidade brasileira, estima-se que os projetos de CDR têm retorno financeiro de seus investimentos, dentro da expectativa da iniciativa privada, para volumes de RSU acima de 150 mil toneladas anuais a serem tratados para produção de CDR. A partir dessa magnitude, consegue-se diluir os custos operacionais envolvidos de modo a se alcançar uma taxa de retorno do investimento atraente sobre o capital investido para um projeto dessa natureza e risco.

Mesmo dentro das condições de viabilidade mencionadas, o investidor de um projeto CDR precisa ter uma visão de retorno de longo prazo: no mínimo, entre 9 e 12 anos.



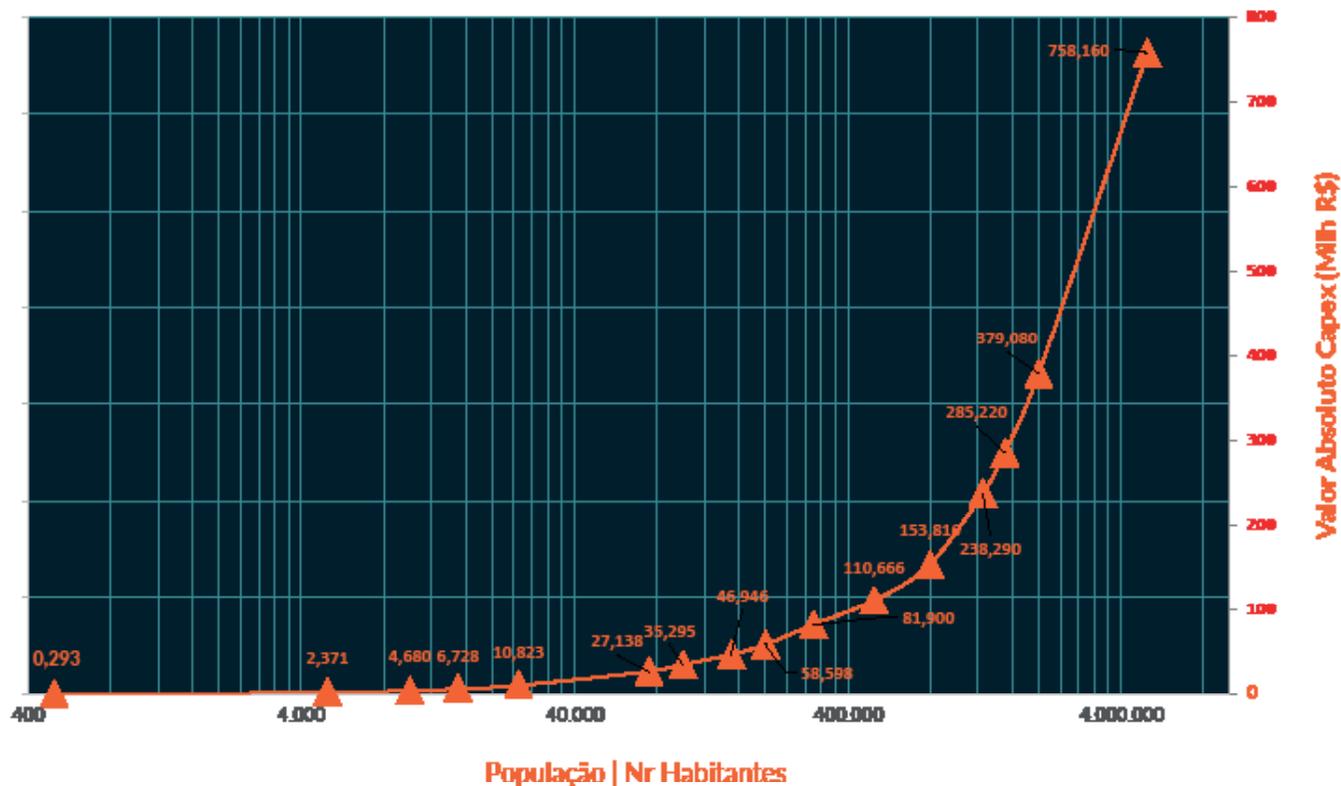
Preparamos dois gráficos que permitem uma análise preliminar da repercussão econômica do projeto de reciclagem e geração de CDR sob o enfoque de ganho de escala, considerando o capex e o custo total (capex+opex).

Em ambos os gráficos percebe-se a representatividade em termos de economicidade quando são privilegiadas intervenções regionalizadas. Entretanto, os benefícios não se restringem ao aspecto econômico pois a regionalização também concentra os esforços técnicos e sobretudo os impactos ambientais.

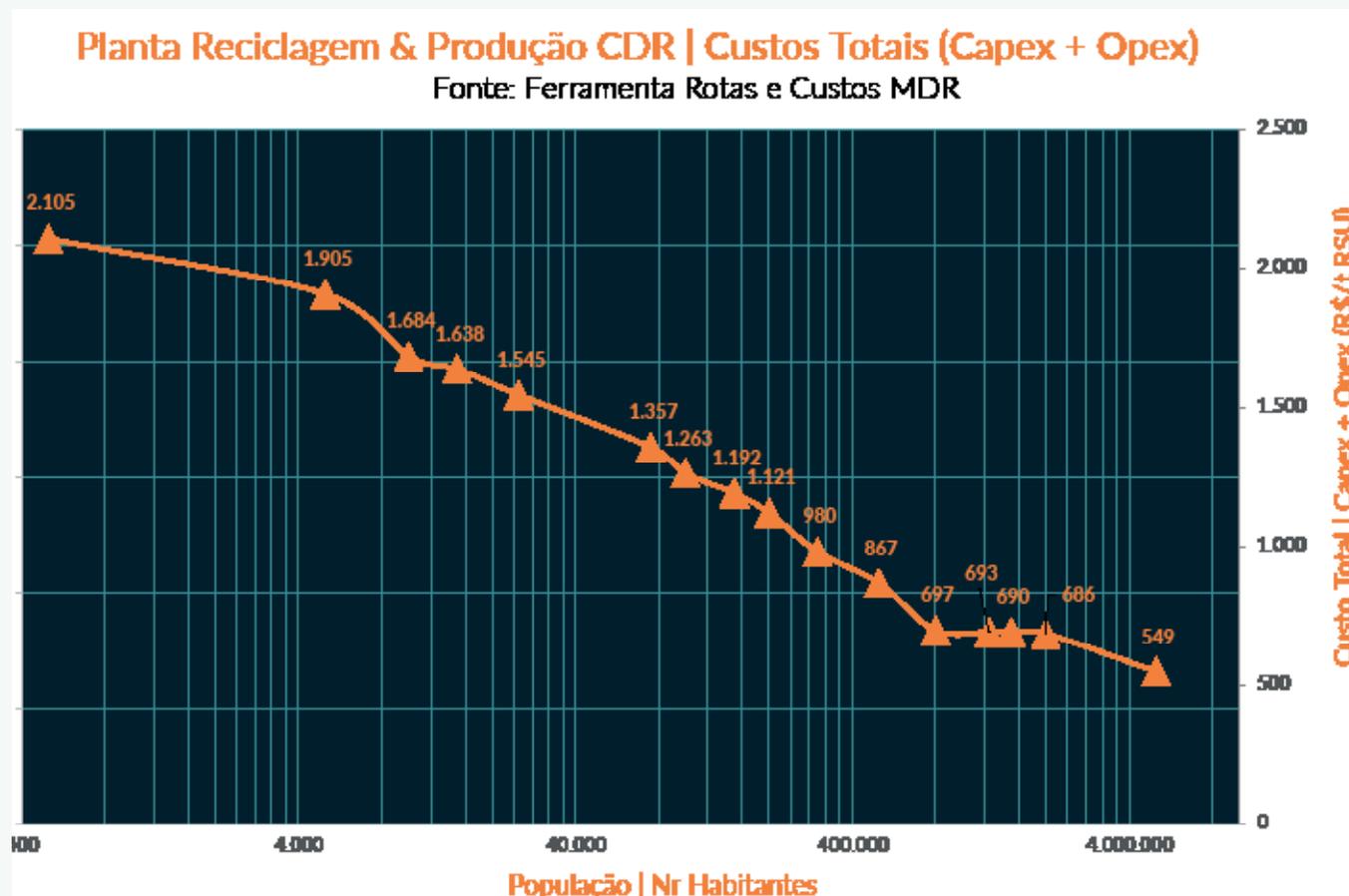
No que diz respeito a regionalização temos que 10 projetos de geração de CDR para uma população de 40.000 hab. por município, resultam em um capex acumulado de cerca R\$ 200 milhões e caso a implementação fosse centralizada impulsionada pela regionalização, o capex seria de 100 milhões, ou seja, 50 % inferior ao capex acumulado.

## Planta Reciclagem & Produção CDR | Custos CAPEX

Fonte: Ferramenta Rotas e Custos MDR



A regionalização também impacta positivamente os custos totais (capex+opex), onde em um projeto para 40.000 hab. temos o custo de R\$ 1400,00/t e se fosse centralizado em uma planta para atendimento de 400.000 hab. o valor reduz para R\$ 900,00/t, representando uma redução de custo total em 35%.



# 5

Passo a passo  
para projeto  
de CDR

---

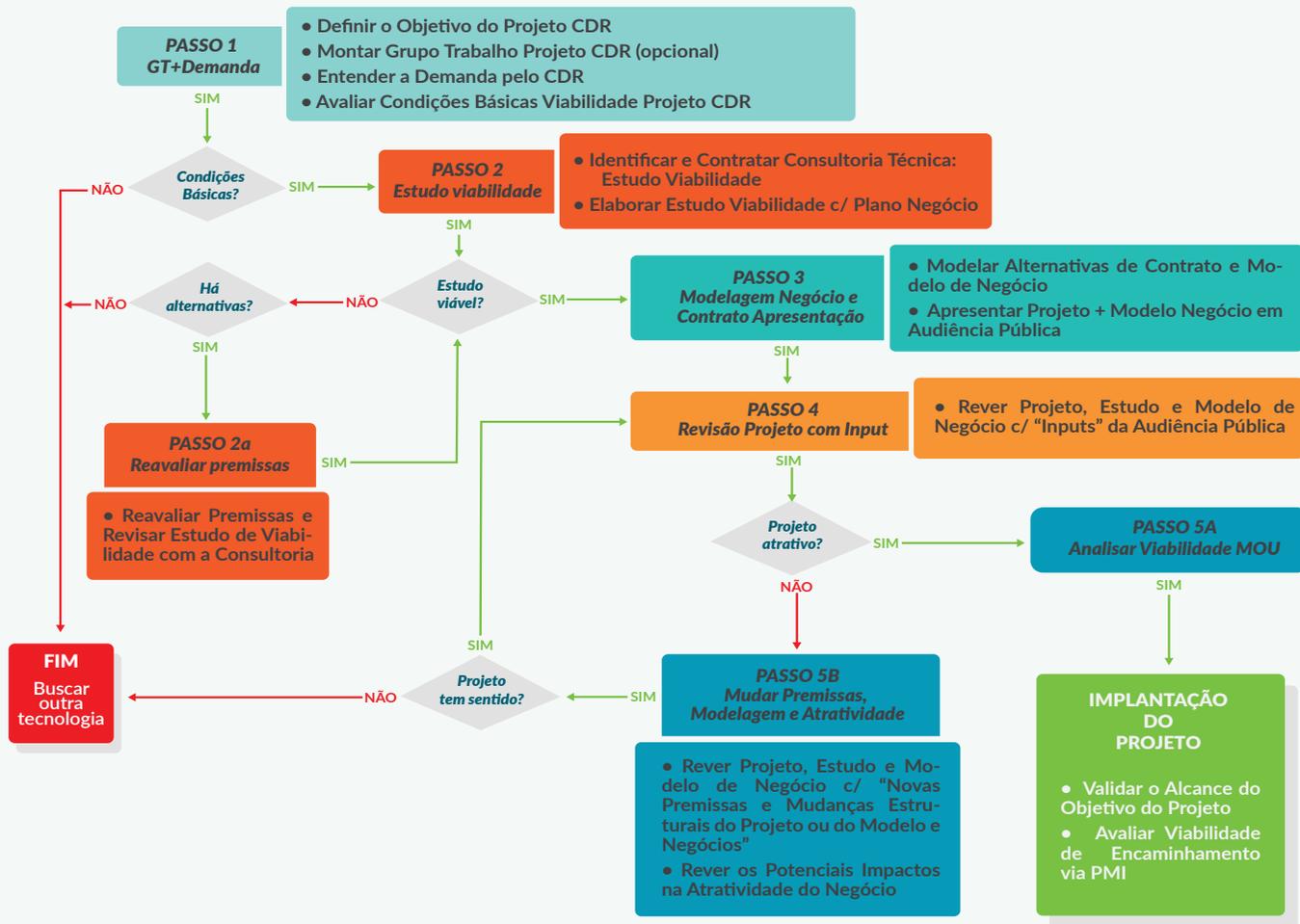
Como se trata de um assunto relativamente novo no Brasil, que tem certa complexidade, preparamos uma sequência de passos para facilitar o processo de avaliação preliminar da viabilidade de projetos CDR.

Conforme comentado no capítulo anterior, o produto CDR é um material muito leve, assim ele tem o seu custo final muito elevado se tiver que ser transportado a longas distâncias. Dessa forma, um projeto de produção de CDR somente será atrativo e viável se houver um consumidor de CDR (planta de cimento) dentro de um raio máximo de até 150km de distância. Caso esse seja o seu caso, prossiga para a avaliação passo a passo elaborada nas páginas seguintes.



Esperamos que este passo a passo auxilie as pessoas responsáveis pela gestão pública a avaliarem a condição do seu município. Eles poderão identificar os procedimentos para promover viabilidade econômica ao projeto.

A organização desses estágios na forma de um fluxograma pode ser vista abaixo:



A figura do passo a passo nos permite ter a visão geral da organização e interligação dos estágios. Primeiro avaliamos o projeto de uma forma preliminar, com informações básicas para constatar se o projeto faz sentido no contexto local do município.

Caso a resposta seja positiva, avança-se para a fase de contratação de uma consultoria para o detalhamento das informações básicas levantadas e o contexto de mercado envolvido.

No passo seguinte, o projeto é apresentado para que sociedade valide seu conceito e a abordagem dos objetivos firmados para a gestão integrada de resíduos sólidos urbanos e para atração da atenção de investidores privados.

Finalmente, no último passo, é analisada sua viabilidade e a forma de encaminhamento para implementação. Nesta etapa, se a avaliação alcança uma resposta positiva para a viabilidade dessa abordagem tecnológica, o projeto deve avançar para a implementação. Lembrando que sempre haverá eventuais ajustes a partir das contribuições da sociedade. Se a resposta é negativa para a viabilidade econômica, o município deve abandonar a intenção de implementar a geração de Combustíveis Derivados de Resíduos.

Condições básicas:

- 1) Distância entre Planta Produção CDR e Potencial Consumidor(Cimenteira) a uma distância inferior a 150 Km
- 2) Potencial Tratamento Resíduos Comerciais & Industriais via Contratos Privados
- 3) Há uma Forte Correlação entre a Escala de Dimensionamento do Projeto e a sua Rentabilidade, portanto a Regionalização Consorciada contribui Favoravelmente

## COMO OS MUNICÍPIOS PODEM REALIZAR A AVALIAÇÃO E SEGUIR OS CINCO PASSOS

### ▶ PASSO 1

Avaliar a incidência das condições básicas, isso é importante para não desperdiçar esforços. Outro ponto importante é contar, desde o início, apresenta-se como opção a criação de um grupo de trabalho (GT) para coordenar a condução do estudo de avaliação a partir de uma governança bem definida, indicando, por exemplo: relatórios, metas, cronograma de trabalho e frequência de reuniões do grupo e de reporte do líder do grupo ao responsável pelo tema na prefeitura ou consórcio.

### ▶ PASSO 2

Realização do estudo para avaliar, com maior profundidade, a viabilidade preliminar do projeto de CDR, incluindo um plano de negócio detalhado especificamente. Neste ponto serão aprofundadas a elaboração e a análise das premissas adotadas no estudo básico como condições básicas de viabilidade, realizadas no passo anterior.

### ▶ PASSO 3

Modelagem do negócio, contrato e apresentação do projeto. O ideal é que o próprio GT apresente o material desenvolvido em consulta ou audiência pública de modo a cumprir com os requisitos de publicidade, disponibilizando todo o conteúdo anteriormente ao evento. O evento de apresentação do projeto deverá ser precedido por campanha de divulgação para a sociedade, inclusive envolver os interessados mapeados durante o estudo detalhado do projeto CDR.

#### ▶ PASSO 4

Revisão do planejamento do projeto. Após receber as sugestões, críticas ou recomendações sobre o projeto, o GT, junto com a(s) consultoria(s), deverá avaliar quais deverão ser incorporadas ao projeto a partir da análise dos seus respectivos impactos. Após essas avaliações, a nova versão do estudo detalhado do projeto CDR será divulgada conforme governança legal aplicável.

#### ▶ PASSO 5 A

Conclusão positiva, se as metas e indicadores de atratividade do projeto estiverem dentro da expectativa do setor público e privado. O GT irá concluir positivamente sobre a viabilidade final do projeto e recomendar os possíveis encaminhamentos visando a sua implementação e os procedimentos de contratação pública deverão ser implementados.

#### ▶ PASSO 5 B

Conclusão aponta necessidade de revisão e opção por não avançar, naquele ponto, com o projeto. Para o caso de as referências de metas não serem factíveis, nesse estágio em nenhum dos cenários alternativos de mudanças, caberá ao GT, avaliar se há ainda oportunidades de melhorias estruturais de maior dimensão que poderiam ser estudadas e sua viabilidade de incorporação avaliadas e julgadas pelo grupo.

Revisar e retomar: para o caso das mudanças estruturais serem julgadas como possíveis ou necessárias pelo GT, o grupo, poderá optar pelas alterações estruturais identificadas, de modo a se legitimar um estudo REVISADO, que será adotado dentro do processo, retornando-se ao Passo 2 para então se validar a atratividade do Projeto CDR com as novas premissas estruturais.

# 6

Para finalizar:  
os aspectos  
mais relevantes



Conforme visto até aqui, o uso da tecnologia de coprocessamento como destino final de um processo de tratamento de resíduos sólidos é uma realidade consolidada em vários países desenvolvidos, e cada vez mais a sua relação custo-benefício vem se mostrando atraente para o mercado brasileiro. Especificamente, já existem seis unidades de produção de CDR e outros três projetos de expansão ou novas unidades já divulgados para os próximos 2 ou 3 anos. A movimentação atual do setor cimenteiro e sua visão estratégica de longo prazo o posicionam como um importante parceiro a se buscar para a viabilidade econômica de novos projetos de CDR.

A partir desse cenário de favorabilidade crescente, vale retomar alguns dos aspectos mais relevantes abordados até aqui:

- **Assegure o devido recurso, “Empodere o GT do Projeto CDR” e exija uma “Avaliação Rigorosa” das “Condições Básicas de Viabilidade CDR”:** O gestor público é o protagonista e, sendo assim, deve assumir a responsabilidade pela qualidade do trabalho/estudo a ser desenvolvido pelo GT. Somente dotado desse espírito empreendedor, de responsabilidade, assumindo o papel protagonista, o estudo terá a qualidade que sua relevância e complexidade exigem;
- **Escolha com o rigor necessário uma “Boa Consultoria Técnica e de Negócio” para assessorar na Condução e Modelagem do Projeto CDR:** Dessa forma, todo o conhecimento e a expertise complementares àquelas existentes no grupo, deverão ser geradas pela consultoria externa. A partir deste entendimento, o gestor público deverá ser bastante criterioso na avaliação e escolha da empresa, e na formatação do termo de referência para sua contratação;

- **Engajamento dos Atores Principais por meio de Ações de Comunicação, Transparência e Sensibilização:** Além das escolhas corretas dos integrantes do GT e da(s) consultoria(s) envolvida(s) no estudo, especial atenção deve ser direcionada à governança do desenvolvimento do estudo. Nesse sentido, promover o envolvimento e engajamento dos entes diretamente interessados e daqueles com potencial de serem afetados por um projeto CDR irá assegurar a transparência necessária para o correto entendimento de todos os envolvidos e consequentemente influenciará sua aceitação da natureza do projeto;
- **Produção “CDR deve ser precedida da Triagem de Recicláveis”:** É importante sempre frisar que somente faz sentido um projeto de CDR com inclusão de uma etapa de triagem de materiais recicláveis, dessa forma preservamos a hierarquia de destinação de resíduos, garantindo um valor agregado ambiental superior e a aderência legal à PNRS;
- **“Conceito Tecnológico” para produção CDR:** O correto entendimento da demanda por CDR pelos potenciais consumidores (notadamente as plantas de cimento) é um fator fundamental para se dimensionarem corretamente a capacidade de produção e o tipo de tecnologia a ser utilizada. Esses fatores afetam diretamente o montante de investimento e os custos de operação;
- **Cuidado com “Falsos Profetas” → Um Projeto CDR é o nível mais básico da Tecnologia WtE, mas “um Projeto CDR é um Projeto complexo”:** A frase é autoexplicativa. Duvide sempre de soluções fáceis quando se tratar de projetos de engenharia complexos em que a valorização energética também se encaixa. O sucesso de um projeto CDR está intimamente ligado à aderência de um correto processo de estudo e avaliação conforme descrito em cada passo desse documento.

Essa avaliação não é um processo tão simples, porém o projeto é promissor e possível de ser bem executado se os atores envolvidos seguirem os passos. O comprometimento dos gestores públicos com seus municípios permite deixar legados importantes e impactar a vida das pessoas de forma positiva.

Este roteiro traz um resumo das informações para avaliar a viabilidade de projetos de CDR. No site do Ministério do Desenvolvimento Regional há mais informações sobre CDR. Caso deseje complementar seu conhecimento, acesse: [Caderno Temático 3, do Plansab - Recuperação energética de resíduos sólidos urbanos.](#)





ELABORADO POR:



POR ORDEM DO



Ministério Federal  
do Ambiente, Proteção da Natureza  
e Segurança Nuclear



da República Federal da Alemanha