



III-338 - PANORAMA NACIONAL SOBRE A VALORIZAÇÃO ENERGÉTICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS POR MEIO DA PRODUÇÃO DE COMBUSTÍVEL DERIVADO DE RESÍDUOS E COPROCESSAMENTO EM INDÚSTRIAS PRODUTORAS DE CIMENTO PORTLAND

Luciano Matos Queiroz⁽¹⁾

Doutor em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da USP (2009). Professor Associado do Departamento de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica da UFBA desde 2009.

Brenda de Jesus Araújo Sousa⁽¹⁾

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela UFBA (2023). Analista Operacional da Solvi Essencis Ambiental desde 2023.

Filipe da Silva Novaes⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela UCSAL (2019). Supervisor de Operações da Solvi Essencis Ambiental desde 2022.

Viviana Maria Zanta⁽¹⁾

Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP (1997). Professor Titular do Departamento de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica da UFBA desde 2017.

Endereço⁽¹⁾: Rua Professor Aristides Novis, 02, 4º andar, Sala 10. Federação. Salvador - BA - CEP: 40210-630 - Brasil - Tel: (71) 3283-9796 - e-mail: lmqueiroz@ufba.br

RESUMO

No Brasil, como em outros países da América Latina, no setor de resíduos sólidos (RS) soluções tecnológicas mais sustentáveis, que tratem os resíduos como recursos, ainda são pouco utilizadas, priorizando-se soluções convencionais, como o aterro sanitário ou aterros classe I ou II, devido à urgência da necessidade do controle da poluição para reduzir os riscos à saúde pública e ao meio ambiente. O coprocessamento é uma das técnicas de destinação final ambientalmente adequada, segundo a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente 499/2020 e da hierarquia de gestão de resíduos sólidos definida pela Política Nacional de Resíduos Sólidos que possibilita agregar valor ao resíduo. Nesse contexto, este trabalho apresenta um panorama do cenário nacional sobre a rota tecnológica de valorização energética de resíduos sólidos industriais por meio da produção de Combustível Derivado de Resíduos (CDR) na forma de “blend” para coprocessamento nos fornos das indústrias produtoras de cimento Portland instaladas no Brasil. Os resultados mostraram que há escassez de informações e dados que contribuam para incentivar a adoção da via de valorização por blendagem para coprocessamento de resíduos sólidos industriais e perigosos e a sua reinserção na cadeia produtiva. Nas plataformas oficiais, identificou-se que existe uma defasagem de informações atualizadas de inventário, geração, classificação e caracterização dos resíduos, que são elementos fundamentais para tomada de decisão. Dentre os 27 estados, apenas 5 estados possuem Resolução ou Deliberação sobre o licenciamento ou exigências legais na atividade de coprocessamento, todas nas regiões sul e sudeste do país, o que revela um certo grau de insegurança jurídica e constitui obstáculo para atração de investimentos.

PALAVRAS-CHAVE: Indústria de cimento, Resíduos sólidos industriais, Valorização energética.

INTRODUÇÃO

Desde a década de 1970, o coprocessamento é uma alternativa que permite a valorização dos resíduos sólidos, sobretudo aqueles gerados em algumas atividades industriais como: resíduos agrossilvopastoris, moinha de carvão vegetal da indústria siderúrgica, óleos minerais e borras oleosas, dentre outros. Essa alternativa pode ser considerada, também, uma oportunidade de diversificação da matriz energética, pois resíduos com características adequadas podem ser empregados para constituir uma mistura (“blend”) a ser utilizado como Combustível Derivado de Resíduo (CDR) substituindo o carvão e petróleo. Especificamente no caso da indústria cimenteira, o “blend” pode ser usado, ainda, como parcela substituta da matéria prima na produção de cimento Portland, substituindo o calcário, areia e argila em fornos de produção de clínquer (SNIC, 2019).



O Atlas da Eficiência Energética informa que o coprocessamento será a principal rota de transformação energética no setor de produção de cimento Portland para as próximas décadas. Até o ano de 2050, espera-se que o CDR atenda até 55% da demanda por combustíveis desse setor industrial. Na Alemanha, por exemplo, já se verifica uma participação de 44% do CDR como combustível ou insumos para a indústria cimenteira (EPE, 2021).

No Brasil, segundo o Panorama do Coprocessamento (ano base 2021), elaborado pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) foram coprocessados 22,78 milhões de toneladas de resíduos entre os anos de 1999 e 2021 (ABCP, 2022). No entanto, considerando a geração de resíduos em território brasileiro, pode-se afirmar que o uso da técnica ainda é tímido. Custos elevados de implantação, manutenção e operação dos sistemas; escassez de mão de obra qualificada; monitoramento ambiental oneroso; logística de transporte e armazenamento constituem barreiras à disseminação da técnica em território nacional (SNIC, 2019).

Considerando a hierarquia da gestão prevista na Política Nacional de Resíduos Sólidos, pode-se afirmar que ainda é lenta a implementação de iniciativas de não geração, coleta seletiva e ações de logística reversa no Brasil e, portanto, nesse cenário de transição, a valorização energética dos resíduos sólidos é uma das estratégias que permite enfrentar o desafio de prover a população com a prestação de serviços de saneamento básico adequados e, simultaneamente, atender algumas das premissas previstas nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela ONU, sobretudo os ODS 6 e 10.

Considerando esse cenário, o objetivo deste trabalho se propõe a apresentar um panorama nacional sobre a rota tecnológica de valorização energética de resíduos sólidos industriais por meio da produção de Combustível Derivado de Resíduos (CDR na forma de “blend” para coprocessamento nos fornos das indústrias produtoras de cimento Portland instaladas no Brasil. Especificamente, propõe-se:

- Apresentar de maneira sistematizada normas, regulamentos e leis de abrangência nacional ou estadual sobre o coprocessamento de resíduos sólidos na indústria produtora de cimento Portland.
- Descrever os aspectos técnicos e operacionais do manejo de resíduos industriais e perigosos, trituráveis e pastosos com vistas a produção dos “blends” para obtenção do CDR para coprocessamento na indústria produtora de cimento Portland.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi exploratória qualitativa. Utilizaram-se dados secundários e informações, incluindo aspectos legais, parâmetros de qualidade, número de unidades de cimenteiras com e sem processamento e sua distribuição no Brasil. A análise documental englobou o levantamento da legislação nacional e estadual relacionadas às áreas de resíduos sólidos e coprocessamento, além de sítios de associações brasileiras que atuam na área de resíduos sólidos como a Associação Brasileira de Empresa de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), a Confederação Nacional das Indústrias (CNI), a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e alguns sítios eletrônicos de órgãos vinculados à administração pública em nível federal e estadual tais como: O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) e o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA).

Por meio da análise de documentos legais, buscaram-se critérios e parâmetros para composição dos “blends” e coprocessamento. Para complementar essas informações, realizaram-se entrevistas com especialistas sobre a legislação vigente e a identificação dos principais critérios técnicos e dificuldades relacionadas ao coprocessamento. Os respondentes das entrevistas foram: profissionais na área operacional de uma empresa que atua no segmento de preparação do CDR, localizada no estado do Rio de Janeiro e profissionais pertencentes à equipe comercial de cimenteira que atua na área de coprocessamento, localizada no estado de Sergipe. O roteiro utilizado nas entrevistas é mostrado no Quadro 1. Os objetivos específicos das entrevistas foram: (i) identificar os principais parâmetros técnicos exigidos e (ii) coletar informações sobre os procedimentos para elaboração de “blends” utilizados na escala real.



Quadro 1: Roteiro e principais questões utilizadas durante as entrevistas com especialistas.

Descrição	Dado
Área de atuação	Blendeira
Cargo do profissional	Supervisor de operação
Localização do empreendimento	Rio de Janeiro
Meio de comunicação utilizado	Online pelo Microsoft Teams
Data	24/04/2023
Roteiro de Entrevista	
1-Quais os principais critérios técnicos utilizados pela blendeira?	
2- Quais as principais dificuldades para elaborar um <i>blend</i> de qualidade para as cimenteiras?	
3-Como a legislação estadual afeta a operação da blendeira?	
4- Qual a distância aceitável entre empresas de blendagem e cimenteiras?	
5- Quais parâmetros de aceitabilidade do <i>blend</i> as cimenteiras tem maior rigor	
Descrição	Dado
Área de atuação	Cimenteira
Cargo do profissional	Comercial
Localização do empreendimento	Sergipe
Meio de comunicação utilizado	Email
Data	25/04/2023
Roteiro de Entrevista	
1-Quais principais critérios técnicos de aceitabilidade do <i>blend</i> ?	

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dados apresentados no Panorama do coprocessamento (SNIC, 2022), indicam a existência de 98 indústrias produtoras de cimento Portland distribuídas em 80 municípios de 23 estados brasileiros, com capacidade nominal de produção de 94 milhões de toneladas/ano. Dessas indústrias, 55% que estão em operação e possuem licença ambiental para promover coprocessamento (ver Figura 1).

Informações que possam contribuir para incentivar a adoção da valorização de resíduos por meio da produção de CDR e coprocessamento ainda são escassos no Brasil. Uma iniciativa que merece destaque é a plataforma



“SINIR+” que mostra mapas, painéis e relatórios que disponibilizam estatísticas e indicadores referentes à gestão de resíduos sólidos no Brasil. Os dados são coletados pelos diferentes sistemas de informação como: SINIR, SNIS, Cadastro Técnico Federal das Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais pelo IBAMA (CTF-APP e RAPP), por exemplo. Avaliando essa plataforma, observou-se que as informações sobre geração e destino dos resíduos perigosos e industriais registradas nos inventários elaborados conforme a Instrução Normativa Nº 13/2012 do IBAMA são mais claras (BRASIL, 2012). Porém, essa plataforma não é atualizada desde o ano de 2020. Uma oportunidade potencialmente atrativa é a análise dos documentos denominados Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR), nos quais, os geradores declaram informações sobre quais tecnologias poderiam ser utilizadas para tratamento e disposição final dos resíduos. A sistematização dessas informações poderia ajudar no mapeamento das principais rotas e oportunidades de valorização respeitando a realidade local.

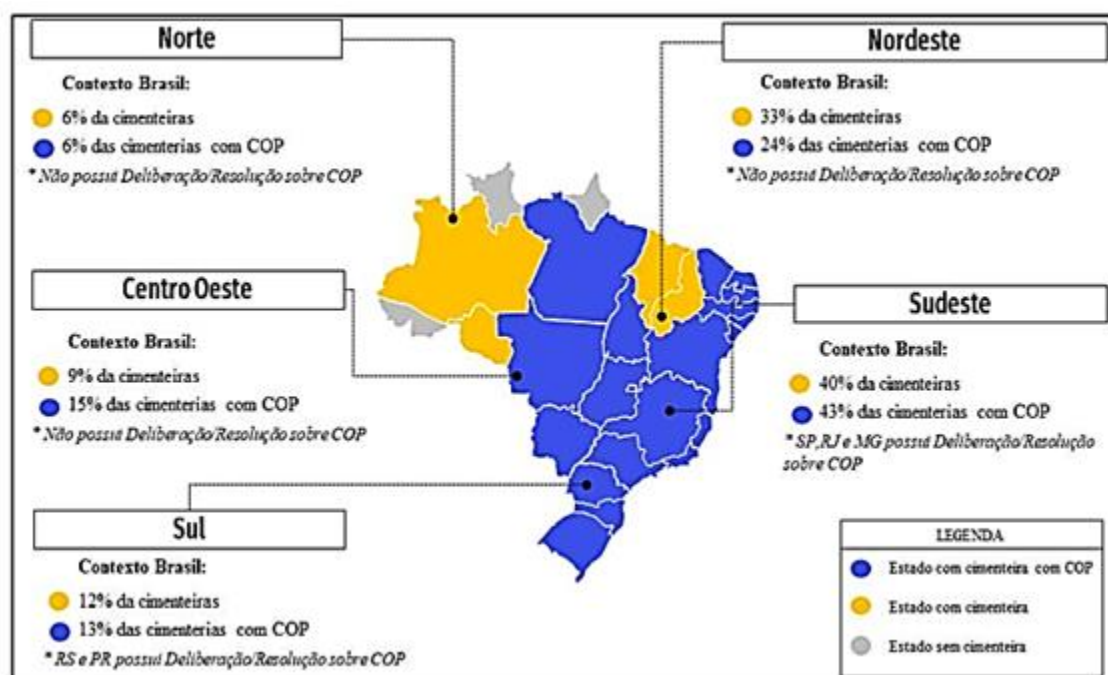


Figura 1: Distribuição territorial das indústrias de cimento Portland brasileiras.

Dentre os 27 estados da federação, somente 5, situados na região sudeste ou sul do país, possuem normativa específica sobre procedimentos de licenciamento ou exigências legais vinculadas à produção de CDR e coprocessamento, conforme mostra o Quadro 2. Portanto, 50% das indústrias produtoras de cimento Portland que podem realizar o coprocessamento estão instaladas em estados que regulamentem a atividade. Destaca-se que a Resolução CONAMA Nº499/2020 (BRASIL, 2020), vigente em todo território nacional, define critérios mínimos gerais, por exemplo, proíbe alguns resíduos de serem coprocessados, como material radioativo e amianto.

Quadro 2: Normativas específicas vinculadas à produção de CDR e coprocessamento.

Estado	Resolução de coprocessamento
Minas Gerais	Deliberação Normativa COPAM nº 154, de 25 de agosto de 2010
São Paulo	Resolução SIMA Nº 84 de a 09 de agosto de 2021
Rio de Janeiro	INEA - Diretriz 1314/02
Rio grande do Sul	Resolução CONSEMA 02/2000
Paraná	Resolução CEMA nº 76 de 30/11/2009

Mesmo com os critérios definidos pela Resolução CONAMA Nº499/2020 (BRASIL, 2020), é importante que estados definam critérios técnicos e ambientais para produção de CDR, pois se faz necessário observar algumas condições locais para garantir que as iniciativas de produção de CDR e coprocessamento não causem

impactos ambientais negativos aos ecossistemas específicos de cada bioma brasileiro. Há, também, que se considerar questões de ordem econômica e social como aquelas associadas aos aspectos financeiros e concessão de incentivos fiscais. Antes de tornar-se um empecilho burocrático, legislações de abrangência estadual devem complementar e detalhar exigências observando a realidade local para que o controle e a fiscalização se tornem efetivos e promovam qualidade e segurança da atividade, de modo a favorecer a adoção dessa rota tecnológica.

Naqueles estados nos quais não existe legislação específica, são as próprias indústrias produtoras de cimento Portland que detalham as características de aceitabilidade do CDR e essa definição é incompleta e pode conferir vulnerabilidade jurídica à iniciativa, pois só observa padrões de operação e de qualidade do cimento produzido nessas instalações.

As empresas gestoras de resíduos e produtoras de CDR iniciam o processo de confecção dos “blends” pela seleção dos resíduos que possuem características físicas e químicas atrativas para o processo. Geralmente, comparam-se as características dos resíduos com os valores limites de alguns parâmetros considerados relevantes para uso como matéria prima e/ou combustível. Os parâmetros considerados como indispensáveis pelos entrevistados são: Poder Calorífico Inferior; Poder Calorífico Superior; Teor de Cloro; Teor de Cinzas; Teor de Enxofre; Teor de Umidade e Metais Pesados. Porém, no que diz respeito a resíduos potencialmente perigosos, há uma série de desafios técnicos na utilização de combustíveis alternativos em fábricas de cimento. O teor de cloro é uma das principais preocupações com combustíveis derivados de resíduos, uma vez que pode causar corrosão no sistema devido à vaporização e condensação de cloretos alcalinos (Velis et al., 2020).

A Figura 2 mostra, por meio de fluxograma, as etapas constituintes do procedimento adotado para produção de um “blend”. O fluxograma foi elaborado com base em informações de três empresas produtoras de CDR: (1) Usina do Grupo Renova em Farroupilha no Rio Grande do Sul, (2) Usina Central de Tratamento de Resíduos – CTR da Brasil Ambiental Tratamento de Resíduos S.A, localizada no município de Guaná, São Paulo e (3) Unidade da Essencis Caieras do Grupo Solví, localizada em São Paulo.

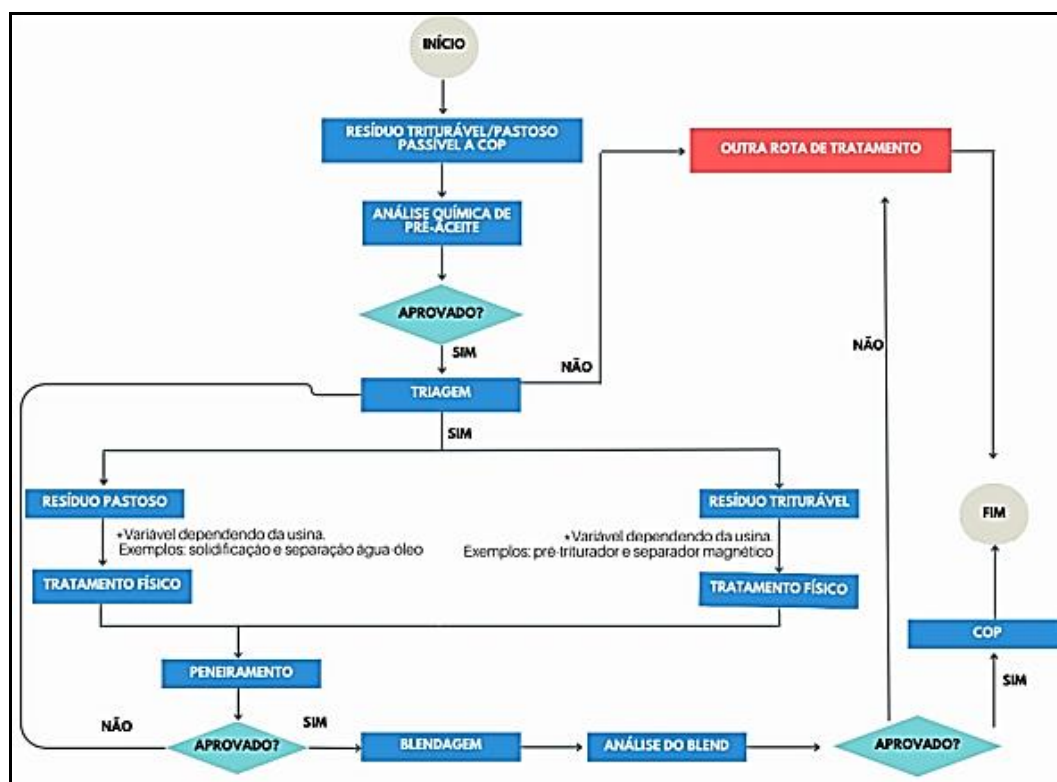


Figura 2: Fluxograma da produção de blend para coprocessamento em indústria de cimento Portland.



CONCLUSÕES

O trabalho permitiu concluir que:

- No Brasil, a valorização energética de resíduos sólidos industriais ainda é uma prática incipiente, centralizada em estados da região sudeste e sul do país e o crescimento da prática ainda depende de melhorias no arcabouço institucional na maioria dos estados brasileiros.

- A definição de parâmetros mínimos de aceitação dos “blends” elaborados a partir de resíduos, no Brasil, está somente baseada em aspectos técnicos vinculados a impactos negativos sobre a produção de cimento Portland e não são considerados aspectos de proteção à saúde pública e a qualidade do meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND - ABCP. Panorama do Coprocessamento 2022: Ano Base 2021. São Paulo, 2022. Disponível em: https://coprocessamento.org.br/wpcontent/uploads/2022/12/Panorama_Coprocessamento_2022_Ano_Base_2021.pdf. Acesso em: 11 junho 2023.
2. BRASIL. Instrução Normativa Ibama n.º 13 de 18 de dezembro de 2012. Lista Brasileira de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União: Brasília, 20 de dez. de 2012.
3. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n.º 499, de 6 de outubro de 2020. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 out. 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-conama/mma-n-499-de-6-de-outubro-de-2020-281790575>. Acesso em: 10 junho 2023.
4. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Atlas Consolidado - 2021: Análise e Dinâmica da Matriz Energética Brasileira. Rio de Janeiro: EPE, 2021
5. SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO CIMENTO - SNIC. Roadmap Tecnológico para a Indústria do Cimento no Brasil. São Paulo, 2019. Disponível em: https://coprocessamento.org.br/wpcontent/uploads/2019/11/Roadmap_Tecnologico_Cimento_Brasil_Book-1.pdf. Acesso em: 10 de junho de 2023.
6. Velis, C.A. et al. (2020) Chlorine in waste-derived solid recovered fuel (SRF), co-combusted in cement kilns: A systematic review of sources, reactions, fate and implications. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. pp. 1-47. <https://doi.org/10.1080/10643389.2020.1717298>.