

A co-incineração de resíduos em fornos de cimento: riscos para a saúde e o meio ambiente

Co-incineration in cement kilns: health and environmental risks

Bruno Milanez¹

Lúcia de Oliveira Fernandes²

Marcelo Firpo de Souza Porto³

Abstract *In this article we discuss the development of hazardous waste co-incineration in cement kilns in Brazil as well as its impacts on health and the environment. Information was gathered through an extensive review on social and environmental impacts of co-incineration, and case studies, chosen after discussion with social movement representatives concerned with the co-incineration issue and related to the Brazilian Network on Environmental Justice, are described to illustrate the reality of co-incineration in Brazil. Studies showed that workers and community health suffers negative impacts from such practices in high-, middle- and low-income countries. In the Brazilian context, the institutional and social vulnerability intensifies these problems. To conclude, we argue for the necessity of increasing the institutional capacity of health and environmental agencies in Brazil, through staff training and better infra-structure. Additionally, we also propose a return of the debate about political and ethical aspects of industrial waste trade.*

Key words *Environmental risks, Co-incineration, Hazardous waste, Cement production*

Resumo *O objetivo do artigo é discutir a forma como a co-incineração de resíduos em fábricas de cimento vem crescendo no Brasil, bem como seus impactos sobre a saúde humana e o meio ambiente. Informações gerais sobre mercado e efeitos sobre a saúde foram obtidas através de revisão bibliográfica e alguns estudos de caso, escolhidos a partir de debate com integrantes da Rede Brasileira de Justiça Ambiental, foram construídos para ilustrar a situação no Brasil. Os estudos encontrados mostraram que, independente do nível de desenvolvimento tecnológico dos países, a saúde dos trabalhadores e das pessoas que moram próximas às fábricas de cimento vem sendo prejudicada pela poluição emitida pelas empresas de cimento, em especial por aquelas que praticam a co-incineração. Além disso, no contexto brasileiro, a vulnerabilidade das instituições e populações afetadas tende a agravar este problema. Como conclusão, defende-se o aumento da capacidade institucional dos órgãos brasileiros responsáveis pelo monitoramento das atividades industriais, bem como uma rediscussão mais aprofundada dos aspectos políticos e éticos ligados ao transporte e comércio de resíduos industriais.*

Palavras-chave *Riscos ambientais, Co-incineração, Resíduos perigosos, Produção de cimento*

¹ Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. SBS Quadra 1, Bloco J, Ed. BNDES/Sala 307. 70076-900 Brasília DF. bruno.milanez@ipea.gov.br

² Centro de Estudos Sociais, Faculdade de Economia, Universidade de Coimbra.

³ Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana, Escola Nacional de Saúde Pública, Fiocruz.

Introdução

Neste artigo, buscamos avaliar os riscos e impactos da coincineração sobre o meio ambiente e a saúde dos trabalhadores e das comunidades próximas às fábricas e discutir sobre a necessidade da incineração e coincineração de resíduos industriais perigosos. A partir dessa discussão, argumentamos que a coincineração de resíduos em fornos de cimento vem crescendo de forma significativa e inadequada no Brasil, causando impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente.

Este tema é ainda pouco discutido no Brasil. Na língua portuguesa, existem dois termos usados para se referir ao tratamento de resíduos em fornos de cimento: coprocessamento e coincineração. O primeiro é frequentemente adotado por empresas e transmite a idéia de que essa prática é apenas “mais uma” atividade industrial, na qual resíduos são “apenas” um insumo alternativo do processo. Por outro lado, o termo coincineração explicita o caráter de queima de resíduos, incorporando noções de poluição e seus impactos negativos. Essa segunda terminologia revela o foco no tratamento de resíduos, tornando mais clara a existência de riscos para a saúde humana e para o meio ambiente. Devido à ênfase nas questões de saúde humana e ambiental, optamos por adotar o termo coincineração.

Na seção “A produção de cimento e a coincineração”, descrevemos as atividades realizadas durante a produção de cimento e no preparo dos resíduos para a coincineração. Na seção “Impactos da coincineração sobre a saúde humana e o meio ambiente”, apresentamos como os poluentes se dispersam através das emissões atmosféricas e do cimento e comentamos sobre outros riscos associados à atividade da coincineração. Na seção seguinte, “Coincineração, saúde e ambiente”, apresentamos uma revisão da literatura que discute como a poluição gerada nessas atividades prejudica a saúde humana e ambiental. Na seção “Coincineração no Brasil”, focamos na situação brasileira: iniciamos descrevendo como a coincineração vem crescendo no país e relatamos três estudos de caso que mostram não apenas as condições de trabalho em algumas localidades, mas também a falta de monitoramento e controle por parte dos órgãos públicos. Concluímos o artigo recomendando o aumento da capacidade técnica dos órgãos de vigilância ambiental e o desenvolvimento de estratégias que facilitem o trabalho cooperativo entre as instituições

públicas e destas com a sociedade e os movimentos sociais. Por fim, defendemos a necessidade de uma retomada da discussão dos aspectos éticos e políticos do transporte e comércio de resíduos industriais.

O artigo foi elaborado, fundamentalmente, através de uma extensa revisão bibliográfica, que incluiu relatórios técnicos e artigos científicos. A escolha dos estudos de caso analisados foi feita com base em uma ampla discussão com pesquisadores, técnicos e ambientalistas vinculados à Rede Brasileira de Justiça Ambiental, realizada em agosto de 2006 na Escola Nacional de Saúde Pública, da Fundação Oswaldo Cruz¹.

A produção de cimento e a coincineração

O cimento tem como principal integrante o calcário que, depois de extraído e moído, é misturado a outros minerais como argila, óxido de ferro e óxido de alumínio. Essa mistura, chamada de farinha crua, é encaminhada para os fornos, sendo calcinada a temperaturas que variam entre 1.200 e 1.500 °C. Durante esse processo, ocorre a fusão parcial do material e a formação dos grânulos de clínquer, que são resfriados, misturados a outros aditivos e moídos, dando origem ao cimento^{2,3}.

Uma das características da produção de cimento é a sua dependência de energia. Tradicionalmente, as empresas utilizam combustíveis fósseis; entretanto, os preços crescentes dessas fontes de energia têm incentivado empresas a buscarem alternativas mais baratas, como alguns resíduos industriais. Nesse sentido, a coincineração de resíduos é uma tentativa de reduzir o uso de combustíveis virgens, minimizando custos operacionais da produção de cimento. Para a realização da coincineração, os resíduos são misturados de forma a adquirir algumas propriedades (principalmente do ponto de vista de teor calorífero) semelhantes aos combustíveis normalmente usados. Esse coquetel de resíduos, chamado genericamente de *blend*, pode também substituir, em parte, alguns aditivos usados na produção do cimento, como óxido de ferro ou de alumínio⁴. Dentro dos fornos, parte dos materiais poluentes é destruída pelas altas temperaturas, uma segunda parte é incorporada ao clínquer e ainda uma terceira é dispersa juntamente com as emissões atmosféricas e com o produto final, causando diversos impactos sobre a saúde e o meio ambiente.

Impactos da coincineração sobre a saúde humana e o meio ambiente

Emissões atmosféricas

As emissões atmosféricas produzidas pela produção de cimento e pela coincineração geram diversos efeitos adversos para a saúde humana e o meio ambiente. Estes impactos não estão apenas relacionados ao material particulado (que pode ser inalado e ingerido pela população), mas também a outros poluentes que exigem controle mais sofisticado, como amônia e cloro (substâncias irritantes), além de óxidos de nitrogênio e enxofre (que contribuem para produção de chuva ácida)³. Apesar da existência de sistemas de controle ambiental nas chaminés dos fornos, existem ainda incertezas quanto à sua capacidade de evitar a emissão de alguns poluentes, uma vez que os fornos de cimento e seus sistemas de controle são desenhados para a produção de cimento e não para a queima de resíduos perigosos².

Entre os poluentes que podem ser emitidos durante a produção de cimento e a coincineração estão os poluentes orgânicos persistentes (POPs), em especial dioxinas e furanos. Estudos com animais de laboratório indicam que exposição crônica a dioxinas e furanos pode causar deficiência imunológica e disfunção do sistema endócrino⁵. Fornos de cimento são considerados uma das maiores fontes de poluentes atmosféricos perigosos e pesquisas identificaram dioxinas e furanos na poeira do cimento e no gás de exaustão de fábricas de cimento que queimam resíduos perigosos^{6,7}. A redução do potencial de produção destes poluentes é condicionada por medidas que precisam ser rigorosamente cumpridas, como o controle da composição dos resíduos e o monitoramento das condições operacionais de queima³; entretanto, entretanto, não necessariamente tais condições são respeitadas de forma sistemática no Brasil e outros países periféricos.

Ainda com relação à poluição atmosférica, existem problemas relativos à emissão de metais presentes nos combustíveis e resíduos queimados. Os metais não são destruídos durante a coincineração, mas sim redistribuídos através das emissões atmosféricas, cinzas, material particulado e clínquer⁸. Metais mais voláteis, tais como mercúrio e tálio, são emitidos juntamente com os gases pelas chaminés dos fornos; como a maioria das plantas de cimento não possui equipamentos para controles de vapores de sais metálicos, eles acabam se dispersando no ambiente. Metais semivoláteis, como cádmio e chumbo, fi-

cam “presos” em ciclos de concentração dentro do forno, uma vez que são volatilizados onde as temperaturas são mais elevadas e voltam a se condensar próximos às chaminés, onde as temperaturas não são tão altas. Dependendo da concentração atingida, parte desses materiais pode ser incorporada ao clínquer, enquanto outra parte é liberada para o ambiente através dos sistemas de purga. Os metais não voláteis, como arsênio e cromo, são incorporados ao clínquer³.

Contaminação do cimento por metais

O cimento, independente de ser fabricado com uso da coincineração, possui uma pequena quantidade de metais em sua composição. Comumente chamados de elementos-traço, eles têm origem nas impurezas dos combustíveis e das matérias-primas. Entretanto, estudos empíricos⁹ e modelos matemáticos¹⁰ mostram que a queima de resíduos industriais tende a aumentar a concentração desses materiais no clínquer.

A maior parte dos estudos sobre a contaminação do cimento por metais avalia os impactos sobre a qualidade do cimento final, ou verifica se o material fica inertizado após a cura do cimento⁹. Entretanto, não apenas os funcionários das cimenteiras, mas também trabalhadores da construção civil, entram em contato direto com esse material antes da cura e aspiram grande quantidade de partículas de cimento. Um dos problemas causados pelo contato com o cimento é a dermatite, que se caracteriza por sensações de coceira, irritação e queimação. No caso dos trabalhadores da construção civil, a dermatite ocorre pelo caráter alcalino do cimento, mas é intensificada na presença de cromo IV e cromo VI (que se apresentam em maior concentração no caso da coincineração) por causa de sua ação irritante¹¹.

Dessa forma, além dos impactos da poluição por material particulado, a produção de cimento também emite diferentes produtos tóxicos em suas emissões atmosféricas e os incorpora no produto final. A adoção da coincineração de resíduos não apenas intensifica os impactos desses problemas, como torna mais complexo o seu monitoramento e controle. Portanto, a prática da coincineração exige um controle ainda mais rigoroso do que a produção de cimento tradicional, o que nem sempre ocorre.

Outros riscos

Além dos problemas citados anteriormente, outros riscos associados à coincineração referem-

se à manipulação do *blend* e ao transporte dos resíduos. Durante as diferentes etapas da *blendagem*, existe uma série de exposições dos trabalhadores – tanto por contato direto, quanto por inalação de gases e vapores – com os resíduos tóxicos. Esses riscos podem ser minimizados através da automação do processo, como muitas vezes é feito na Europa; entretanto, no Brasil, muitas dessas atividades ainda são realizadas manualmente. A exposição dos trabalhadores que manipulam as substâncias no preparo do *blend* é um problema especialmente sério, já que a legislação não prevê os efeitos sinérgicos da exposição a múltiplos agentes químicos.

Com relação ao transporte, os principais riscos decorrem da possibilidade de acidentes durante o frete dos resíduos tóxicos antes ou depois da *blendagem*. Seja nas estradas mal conservadas no Brasil, nas vias congestionadas e inseguras que cruzam as áreas urbanas ou em navios transoceânicos que levam “combustível alternativo”¹² de um país para o outro, desastres seguidos de vazamento podem ter grandes impactos sobre a saúde humana e o meio ambiente.

Coincinação, saúde e ambiente

Nesta seção, apresentamos alguns estudos realizados sobre os efeitos da produção de cimento e da coincinação sobre a saúde de trabalhadores das empresas de cimento e das populações que vivem no entorno das fábricas. Identificamos que problemas ocorrem em países periféricos e centrais, o que sugere que um maior controle operacional do processo (como ocorre nos países mais industrializados) não garante um eficaz controle dos riscos.

Investigações em países periféricos descrevem as condições precárias nas quais operam as empresas de cimento e mostram como a exposição a diferentes fatores de risco se tornam problemas de saúde. Pesquisas realizadas em Taiwan¹³, Emirados Árabes¹⁴, Brasil¹⁵ e Tanzânia¹⁶ mostram que muitas empresas de cimento não oferecem condições adequadas para que o trabalho seja feito de forma salubre. Nesses países, os estudos indicam ausência de sistemas de controle de material particulado, exposição a este material acima dos limites, treinamento insuficiente dos trabalhadores e uso inadequado de equipamento de proteção individual. Consequentemente, funcionários expostos apresentam maior incidência de doenças respiratórias (como sinusite e dispnéia) do que funcionários não expostos e do que trabalhadores de outros setores da economia.

As pesquisas sobre a influência da produção de cimento sobre a saúde das pessoas que moram próximas às fábricas de cimento apresentaram resultados semelhantes. Estudos de qualidade do ar e do solo mostraram uma grande concentração de metais, incluindo chumbo, cádmio e cobalto, tanto na Jordânia¹⁷ quanto na Nigéria¹⁸. Neste último país, Abimbola *et al.*¹⁹ identificaram uma elevada incidência de doenças relativas à inalação de metais pesados, nas proximidades de uma fábrica de cimento. Em Taiwan, Yang *et al.*²⁰ concluíram que há uma maior probabilidade de mulheres que moram próximas às fábricas de cimento terem bebês prematuros do que aquelas que moram mais afastadas. Na Lituânia, Smailyte *et al.*²¹ relacionaram exposição a partículas de cimento com alta concentração de cromo a uma elevada incidência de câncer de pulmão e de bexiga nos trabalhadores do setor.

Os casos mencionados acima poderiam induzir à conclusão de que a produção de cimento e a coincinação geram impactos negativos somente em países periféricos, os quais poderiam ser explicados por uma gestão ambiental inadequada ou por um monitoramento insuficiente pelos órgãos ambientais. Entretanto, estudos em países centrais – onde existem alta capacidade tecnológica, sistemas eficazes de controle ambiental e legislação rigorosa – também mostram que a produção de cimento e a coincinação têm efeitos nocivos sobre a saúde da população e o meio ambiente.

Na cidade de Lengerich, na Alemanha, a emissão de material particulado contaminado por tálio presente em resíduo de piritá utilizado como aditivo levou à contaminação de comunidades próximas à empresa. A principal rota de intoxicação foi através da contaminação das hortas domésticas por partículas ricas em tálio. As plantas e o solo dentro de um raio de dois quilômetros da fábrica apresentavam maior quantidade de tálio e as pessoas que moravam a essa distância demonstraram concentração de tálio no organismo mais elevada do que os grupos controle. Os sintomas identificados foram parestesia, dores musculares, fadiga, dor de cabeça, náusea e distúrbios do sono^{22,23}.

Na Inglaterra, estudos associaram maior incidência de câncer em crianças que moravam nas proximidades de algumas unidades industriais, incluindo fábricas de cimento²⁴. Em uma pesquisa mais direcionada à coincinação, Ginns *et al.*²⁵ compararam a ocorrência de doenças respiratórias entre crianças que viviam a menos de nove quilômetros de uma fábrica de cimento em East

Lancashire e aquelas que moravam mais afastadas da empresa. Essa fábrica substituía 50% do carvão por um coquetel de resíduos perigosos. Análises estatísticas mostraram que a ocorrência de dor de garganta e congestionamento nasal era superior entre as crianças que moravam mais próximas à empresa.

Em resumo, estudos que avaliam os impactos da produção de cimento e da coqueificação sobre a saúde humana e o meio ambiente apontam efeitos negativos tanto em países periféricos quanto em países centrais. Conforme será discutido a partir da próxima seção, as empresas de cimento localizadas no Brasil vêm ampliando a prática da coqueificação e, segundo os estudos de caso apresentados, vem havendo um aumento dos riscos aos quais trabalhadores e pessoas que moram nas proximidades das fábricas são expostos.

Coqueificação no Brasil

Nesta seção, explicamos porque a coqueificação vem se consolidando entre as empresas de cimento e avaliamos a forma como tal prática está sendo adotada no Brasil. Primeiramente, argumentamos que a coqueificação vem sendo utilizada principalmente como estratégia de melhoria de desempenho econômico. Na segunda parte, apresentamos três estudos de caso, que sugerem que a coqueificação não é praticada de forma adequada e que algumas agências ambientais não têm tido capacidade institucional de garantir o cumprimento das normas existentes.

A “necessidade” da coqueificação

No Brasil, o desempenho do setor cimenteiro sempre esteve relacionado ao nível de atividade econômica. Durante o “milagre econômico” dos anos setenta, a produção nacional saltou de 9 para 25 milhões t, mantendo-se nesse patamar ao longo da “década perdida” de oitenta e na primeira metade dos anos noventa. A partir do Plano Real, o setor teve um novo impulso, passando de 25 milhões t em 1994 para mais de 40 milhões t e estabilizando no patamar de 35 milhões t nos anos seguintes²⁶. Como a capacidade instalada do setor alcançou um valor próximo a 60 milhões t em meados da década de noventa²⁷, desde essa época o setor tem apresentado uma elevada capacidade ociosa. Para as empresas, ter aproximadamente um terço de suas instalações parada se reflete em altos custos fixos, levando-

as a buscar formas de aumentar a utilização dessa infraestrutura.

Além do desafio de aumentar o uso das instalações existentes, outra questão da indústria de cimento é a sua alta demanda por energia. Por exemplo, em 2005, o setor foi responsável por 1,4% de toda a energia consumida no Brasil²⁸. As empresas têm usado principalmente duas estratégias para lidar com o problema: aumento da eficiência energética e substituição de combustíveis. Do lado da eficiência, investimentos em tecnologia resultaram em ganhos significativos: entre 1985 e 2005, o setor reduziu sua intensidade energética de 0,102 tep/t (energia consumida medida em tonelada equivalente de petróleo para produzir uma tonelada de cimento) para 0,076 tep/t. Do lado da substituição de combustíveis, conforme apresentado no Gráfico 1, a indústria conseguiu diminuir o uso do óleo combustível, primeiramente, através do consumo de carvão mineral e vegetal e, em um segundo momento, pelo uso do coque de petróleo. Mais recentemente, tem havido o aumento da participação de “outras fontes” (incluindo resíduos), que saltaram de 2% em 1995 para 10% em 2005^{28,29}.

A situação econômica do setor, com grande capacidade ociosa e necessidade de uso de combustíveis mais baratos, tem motivado as empresas a adotarem a coqueificação como estratégia para reduzir seus custos operacionais e aumentar receita. A coqueificação oferece às empresas uma oportunidade de duplo ganho: primeiramente, elas reduzem gastos com a compra de combustível e de matéria-prima; em segundo lugar, elas

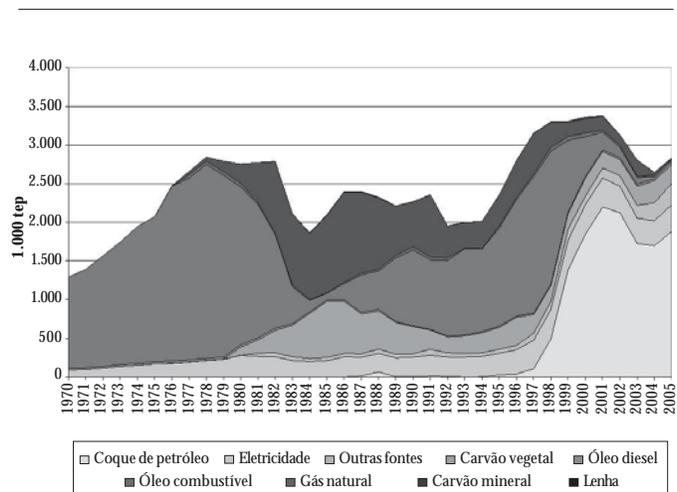


Gráfico 1. Consumo de energia pela indústria de cimento^{28,29}.

aumentam seu faturamento por cobrarem pelo tratamento dos resíduos. Em alguns casos, a receita pela coincineração e a economia de combustível podem chegar a cerca de 10% do faturamento de uma fábrica³. Como pequenos ajustes são necessários para a realização da coincineração, os preços pelo serviço são bastante atraentes, variando, no Estado de São Paulo, entre 150 e 800 R\$/t. A título de comparação, o custo do serviço de disposição em aterros industriais varia entre 200 e 400 R\$/t e a incineração entre 500 e 3.000 R\$/t³⁰. Dessa forma, a coincineração vem ganhando mercado no país; no período 1991-2003, foram coincinerados, em média, 125 mil t por ano, mas só no ano de 2004, o total chegou a 400 mil t de resíduos³¹. Considerando que são produzidos anualmente no país cerca de 2,1 milhões t de resíduos perigosos cujo destino é ignorado e que o parque cimenteiro brasileiro tem capacidade para coincinerar aproximadamente 1,5 milhão t por ano³², a expectativa é de que o setor cresça ainda mais nos próximos anos. Entretanto, conforme sugerem os estudos de caso descritos a seguir, esse crescimento poderá impactar negativamente a saúde humana e o meio ambiente.

Estudos de caso

Devido à alta densidade do cimento, o transporte (da matéria-prima e do produto final) é um importante componente de custo. Para diminuir os gastos em transporte, as empresas instalam suas unidades próximas às jazidas de calcário e, ao mesmo tempo, do mercado consumidor. Como a Região Sudeste concentra parte significativa do mercado, e graças às jazidas de Minas Gerais, o Sudeste é responsável por 48% da produção de cimento do país²⁶. Também é nesta região que se concentram as atividades de coincineração (58% em Minas Gerais, 27% em São Paulo e 5% no Rio de Janeiro³³). Isso se deve não apenas à disponibilidade de fornos, mas também à maior geração de resíduos industriais. Por causa da relevância do Sudeste para a coincineração, os casos apresentados a seguir se referem a cidades localizadas em São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais.

São Paulo (SP)

Em São Paulo, as empresas de *blendagem* realizam análises químicas dos resíduos principalmente para verificar seu poder calorífico, pH, umidade, bem como concentração de cloro elementar, cromo, enxofre, chumbo e cobre. A preocupação com essas substâncias parece ser moti-

vada mais pela necessidade de garantir a integridade dos equipamentos do que a saúde dos trabalhadores. Por exemplo, embora a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) fixe o limite de 2% de cloro elementar, as empresas de cimento não aceitam concentrações superiores a 0,8%; uma vez que o cloro pode danificar a estrutura dos fornos. Por outro lado, as empresas de *blendagem* não controlam a presença de benzeno, apesar da Portaria MTE nº 14 de 20 de dezembro 1995 proibir a manipulação dessa substância¹. Nas fábricas de cimento, amostras de ar dos locais de manipulação dos resíduos que serão coincinerados apresentam presença de vários hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, que são considerados possíveis agentes carcinogênicos e mutagênicos³⁴.

Após a recepção dos resíduos, eles são, usualmente, armazenados em tambores e empilhados em galpões, sem necessariamente considerar incompatibilidades químicas. Os tambores nem sempre se encontram em estado adequado de conservação, sendo comum a presença de vazamentos. Após o recebimento, caso os resíduos não tenham o poder calorífero para serem utilizados como combustível, são misturados a outros, compondo o *blend*. Nessa atividade, os trabalhadores abrem os tambores, retiram os resíduos com pás manuais e os misturam em um grande recipiente. Após a mistura, os *blends* são armazenados e, posteriormente, transportados para as unidades de coincineração¹.

Cantagalo (RJ)

No Rio de Janeiro, a Secretaria Municipal de Saúde de Cantagalo registrou, em 1993, problemas de intoxicação de trabalhadores na empresa fabricante de cimento da cidade, acionando o Ministério Público do Trabalho (MPT). Os problemas atingiam, principalmente, funcionários terceirizados, responsáveis por fazer a *blendagem* dos resíduos trazidos principalmente do Estado de São Paulo. Estes trabalhadores não tinham o mesmo treinamento dos funcionários da empresa de cimento e trabalhavam em locais com sistema de segurança menos rigoroso⁴. A empresa teve sua licença de operação suspensa em 1995 e, em 1996, foi lavrado um termo de intimação pelas fiscalizações estadual e municipal, dando prazos para o cumprimento de uma série de determinações.

Nos anos de 1998 e 2000, o MPT convidou uma equipe do Centro de Estudos de Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana (CESTEH/ENSP/FIOCRUZ) para fazer inspeções no local, junto com a Secretaria Estadual de Saúde. Em

1998, verificou-se que grande parte das embalagens de resíduos encontrava-se sem tampa ou sem rótulos de identificação; segundo funcionários, quando havia etiquetas, nem sempre elas coincidiam com o material embalado. Além disso, conforme apresentado na Tabela 1, identificaram-se no cimento altas concentrações cádmio, chumbo, manganês e níquel³⁵.

Durante a visita feita em 2000, verificou-se que, apesar da transferência das atividades de *blendagem* para o município de Magé (também no Rio de Janeiro), diversos problemas continuavam. Nesta ocasião, foi identificado que não havia um sistema confiável de avaliação dos resíduos recebidos e a rotulagem continuava falha. Além disso, foram verificados vazamentos de líquidos nos galpões e irregularidades no acondicionamento e transporte dos materiais. Durante a avaliação dos documentos enviados para inspeção, também foram encontradas incorreções, pois a empresa havia escolhido pontos de amostra para análise de dispersão dos gases que ficavam na direção contrária aos ventos predominantes³⁶.

Com relação à unidade de *blendagem* em Magé, essa também apresentou problemas. Depois do início das operações, a empresa começou a receber reclamações da comunidade devido ao constante mau cheiro exalado. A empresa foi visitada por técnicos do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e da Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente do Rio de Janeiro (FEEMA), mas, segundo a população, nas datas previstas para tais visitas, as atividades da empresa eram modificadas ou mesmo interrompidas. Os técnicos dos órgãos públicos, por sua vez, buscaram minimizar o problema, argumen-

tando com a população que a empresa realizava uma atividade de “utilidade pública” e que as pessoas deviam ser mais pacientes³⁷.

Barroso e Região do Calcário (MG)

No Estado de Minas Gerais, foram identificados problemas em dois pólos produtores de cimento; o primeiro, na Região do Calcário (ao norte da região metropolitana de Belo Horizonte) e o segundo, em Barroso (no sudeste do estado).

Na Região do Calcário, existem quatro empresas de cimento operando e praticando coincineração. Estudos indicaram que, embora as empresas não estivessem respeitando a legislação ambiental, nenhuma havia sido obrigada a interromper suas atividades. Duas companhias, localizadas no município de Pedro Leopoldo, realizavam o monitoramento ambiental de suas emissões de forma incorreta, uma vez que as amostras de ar eram descontinuadas e somente realizadas na estação de chuva (quando a quantidade de material particulado no ar tende a ser menor). Apesar desse subterfúgio, as amostras coletadas apresentavam valores de material particulados acima dos limites estabelecidos pelas normas. Uma terceira empresa, situada no município de Vespasiano, não havia registrado nenhum relatório de monitoramento da qualidade do ar na Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM). A quarta empresa, localizada no município de Matozinhos, nunca havia entregado os registros do programa de avaliação de qualidade do ar previsto no licenciamento ambiental³.

Como resultados dessas práticas, a saúde da população moradora das proximidades das empresas foi sendo prejudicada. Estudos já identificaram maior incidência de problemas respirató-

Tabela 1. Contaminação por metais no cimento (ppm).

Elemento	Clínquer sem resíduo ⁹	Clínquer com 30% de resíduo ⁹	Clínquer em Cantagalo ³⁵
Antimônio	0,075	0,054	n/d
Arsênio	4,9	5,6	n/d
Cádmio	0,018	0,062	11,5
Chumbo	5,7	4,1	87
Cobalto	2,8	17,0	n/d
Cromo	54,5	99,2	66
Manganês	800	400	997
Mercurio	0,070	0,072	n/d
Níquel	21,6	61,3	123
Vanádio	45,2	64,3	n/d
Zinco	n/d	n/d	29,8

rios (tosse constante, dispnéia e rinorréia) e menor função respiratória nas crianças que moram no centro do município de Pedro Leopoldo (área de influência das fábricas de cimento), do que nas crianças que moram no distrito de Fidalgo (grupo controle)³.

Em Barroso, a população também se encontra exposta a diferentes riscos devido à produção de cimento e à coincineração. Santi *et al.*³⁸ descreveram a presença da empresa na área urbana como um fator de risco, associado aos poluentes próprios da fabricação de cimento, às falhas operacionais (que causam mau cheiro, irritam olhos e garganta, e contaminam as hortas dos moradores) e ao transporte dos resíduos (como no caso do acidente com um caminhão no bairro de São José em 2005). Em Barroso, movimentos ambientalistas têm se manifestado contra a presença da empresa, porém seus esforços vêm sendo enfraquecidos por ações de marketing ambiental da empresa.

Conclusões e recomendações

Ao longo deste artigo, procuramos demonstrar que os impactos da produção de cimento e da coincineração de resíduos industriais são bastante complexos e criam situações de risco, independente do nível de desenvolvimento tecnológico e do grau de controle que se imagina ter sobre os processos. As condições precárias com que as empresas de cimento operam nos países periféricos apenas intensificam tais riscos.

Neste sentido, os estudos de casos brasileiros ilustram as limitações técnicas, institucionais e os riscos tanto para a saúde humana (dos trabalhadores e populações) quanto para o meio ambiente. Problemas operacionais sugerem que nem todas as empresas têm equipamentos e procedimentos ambientais adequados. Além disso, os exemplos do Rio de Janeiro e Minas Gerais mostram que as agências ambientais não têm garantido que as diversas etapas da produção de cimento e da coincineração não causem situações de risco para os trabalhadores, a população e o meio ambiente.

Durante a *blendagem*, funcionários trabalham em condições precárias de segurança, realizando manualmente atividades com exposição a múltiplos produtos de alta toxicidade. Esse risco é ainda acrescido pelas chances de acidentes ou intoxicação aguda por componentes químicos que chegam em embalagens rompidas e sem a devida identificação. Nas indústrias cimenteiras,

trabalhadores e moradores nas proximidades são expostos às emissões de POPs e partículas de cimento ricas em diversos metais, também com vários efeitos negativos sobre sua saúde. O problema da exposição a esse cimento contaminado com altas concentrações de metais estende-se também aos trabalhadores da construção civil, assim como consumidores finais que participam de processos de autoconstrução.

Diante desse cenário, iniciativas parecem ser necessárias em diferentes frentes. Novos estudos poderiam tentar avaliar a incidência tanto de problemas respiratórios, quanto de outras enfermidades como câncer e disfunções endócrinas na população exposta à contaminação gerada pela coincineração. Em paralelo, parecem ainda necessárias iniciativas do Estado que aumentem a capacidade institucional e a cooperação entre os órgãos responsáveis pelo monitoramento das atividades industriais, como as agências ambientais estaduais, os Ministérios Públicos de âmbito estadual e federal, as Secretarias de Saúde e de Trabalho, a Vigilância Ambiental, dentre outros.

Porém, a discussão sobre a coincineração vai além do simples debate sobre tecnologia e fiscalização; ela também envolve aspectos políticos e éticos. A localização e o transporte de resíduos para a coincineração parecem obedecer a uma lógica na qual as empresas transportam os resíduos de regiões onde há maior controle ambiental e normas mais rigorosas (como Estado de São Paulo) para locais onde a ação do Estado não é tão incisiva (como o interior de Minas Gerais e Rio de Janeiro). Dessa forma, criam-se situações absurdas, pois os resíduos saem de onde há disponibilidade de tecnologias mais avançadas de tratamento e controle ambiental para serem tratados onde governo e comunidade têm menor clareza dos danos das atividades ligadas à coincineração, bem como menor capacidade técnica e institucional.

Tal lógica cria situações em que grupos específicos sofrem uma maior carga dos danos ambientais, gerando casos de injustiça ambiental. Em nosso artigo, esse padrão de injustiça foi identificado no nível nacional, mas também há indícios de que também ocorra no nível internacional (como na tentativa da União Européia de exportar pneus usados para o Brasil³⁹). Sendo assim, medidas políticas tornam-se necessárias no plano nacional e internacional para o controle efetivo das práticas de comércio e transporte de resíduos industriais, mesmo que disfarçados de “matéria-prima alternativa” ou “mercadorias usadas”.

Colaboradores

B Milanez foi responsável pela pesquisa bibliográfica e redigiu as primeiras versões do artigo. LO Fernandes complementou a pesquisa bibliográfica e contribuiu com a redação do texto. MFS Porto supervisionou a estruturação do artigo e fez a revisão final.

Referências

1. Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana da Fundação Oswaldo Cruz, GT Químicos. *Coincinação de resíduos em fornos de cimento: uma visão da Justiça Ambiental sobre o chamado "coprocessamento" - Relatório da oficina realizada em 21 de agosto de 2006*. 2007. [acessado 2007 ago 14]. Disponível em: http://www.justicaambiental.org.br/projetos/clientes/noar/noar/UserFiles/17/File/Relatorio_oficina_co_incineracao_versao%20final.pdf
2. Achternbosch M, Bräutigam K-R, Gleis M, Hartlieb N, Kupsch C, Richers U, Stemmermann P. *Heavy metals in cement and concrete resulting from the co-incineration of wastes in cement kilns with regard to the legitimacy of waste utilisation*. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe GmbH; 2003. [acessado 2007 fev 15]. Disponível em: <http://bibliothek.fzk.de/zb/berichte/FZKA6923.pdf>
3. Santi AMM. *Coincinação e coprocessamento de resíduos industriais perigosos em fornos de clínquer* [tese]. Campinas (SP): Universidade Estadual de Campinas; 2003.
4. Porto MFS, Fernandes LO. Understanding risks in socially vulnerable contexts: the case of waste burning in cement kilns in Brazil. *Saf.Sci* 2006; 44(3):241-257.
5. Sweetman A, Keen C, Healy J, Ball E, Davy C. Occupational exposure to dioxins at UK worksites. *Ann Occup Hyg* 2004; 48(5):425-437.
6. United States Environmental Protection Agency. *Report to congress on cement kiln dust, Volume II: methods and findings*. 1993. [acessado 2007 mai 02]. Disponível em: <http://www.epa.gov/epaoswer/other/ckd/index.htm>
7. Sidhu S, Kasti N, Edwards P, Dellinger B. Hazardous air pollutants formation from reactions of raw meal organics in cement kilns. *Chemosphere* 2001; 42(5-7):499-506.
8. Legator M, Sigleton CR, Morris DL, Philips DL. The health effects of living near cement kilns: a symptom survey in Midlothian, Texas. *Toxicol Ind Health* 1998; 14(6):829-842.
9. Maringolo V. *Clínquer co-processado: produto de tecnologia integrada para a sustentabilidade e competitividade da indústria de cimento* [tese]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo; 2001.
10. Siqueira LCG. *Avaliação do impacto das emissões de metais geradas no coprocessamento de resíduos em fábricas de cimento* [dissertação]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo; 2005.
11. Winder C, Carmody M. The dermal toxicity of cement. *Toxicol Ind Health* 2002; 18(7):321-331.
12. Holcim Group Support Ltd, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH. *Guidelines on co-processing waste materials in cement production*. Holcim Group Support Ltd; Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH. [acessado em 2007 fev 13]. Disponível em: <http://coprochem.ecs.ch/>
13. Yang CY, Huang CC, Chiu HF, Chiu JF, Lan SJ, Ko YC. Effects of occupational dust exposure on the respiratory health of Portland cement workers. *J Toxicol Environ Health A* 1996; 49(6):581-588.

14. Al-Neaimi YI, Gomes J, Lloyd OL. Respiratory illnesses and ventilatory function among workers at a cement factory in a rapidly developing country. *Occup Med (Lond)* 2001; 51(6):367-373.
15. Ribeiro FSN, Oliveira S, Reis MM, Silva CRS, Menezes MAC, Dias AEXO, Moreira JC, Kuryiama GS. The work process and occupational health risks in a cement factory. *Cad Saude Publica* 2002; 18(5):1243-1250.
16. Mwaiselage J. Variability in dust exposure in a cement factory in Tanzania. *Ann Occup Hyg* 2005; 49(6):511-519.
17. Al-Khashman OA, Shawabkeh RA. Metals distribution in soils around the cement factory in southern Jordan. *Environ Pollut* 2006; 140(3):387-394.
18. Gbadebo AM, Bankole OD. Analysis of potentially toxic metals in airborne cement dust around Sagamu, southwestern Nigeria. *Journal of Applied Sciences* 2007; 7(1):35-40.
19. Abimbola AF, Kehinde-Phillips OO, Olatunji AS. The Sagamu cement factory, SW Nigeria: is the dust generated a potential health hazard? *Environ Geochem Health* 2007; 29(2):163-167.
20. Yang CY, Chang CC, Tsai SS, Chuang HY, Ho CK, Wu TN, Sung FC. Preterm delivery among people living around Portland cement plants. *Environ Res* 2003; 92(1):64-68.
21. Smalyte G, Kurtinaitis J, Andersen A. Mortality and cancer incidence among Lithuanian cement producing workers. *Occup Environ Med* 2004; 61(6):529-534.
22. Brockhaus A, Dolgner R, Ewers U, Kraimer U, Soddemann H, Wiegand H. Intake and health effects of thallium among a population living in the vicinity of a cement plant emitting thallium containing dust. *Int Arch Occup Environ Health* 1981; 48(4):375-389.
23. Dolgner R, Brockhaus A, Brockhaus U, Wiegand H, Majewski F, Soddemann H. Repeated surveillance of exposure to thallium in a population living in the vicinity of a cement plant emitting dust containing thallium. *Int Arch Occup Environ Health* 1983; 52(1):79-94.
24. Knox EG, Gilman EA. Hazard proximities of childhood cancers in Great Britain from 1953-80. *J Epidemiol Community Health* 1997; 51(2):151-159.
25. Ginns SE, Gattrell AC. Respiratory health effects of industrial air pollution: a study in east Lancashire, UK. *J Epidemiol Community Health* 1996; 50(6):631-635.
26. Sindicato Nacional da Indústria de Cimento. Relatório anual 2005. [site da Internet] [acessado 2007 mar 19]. Disponível em: <http://www.snac.org.br>
27. Cunha LMS, Fernandez CYH. A indústria de cimento: perspectivas de retomada gradual. *BNDES Setorial* 2003; 18:149-164.
28. Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2006 – ano base 2005. [acessado 2007 out 20]. Disponível em: http://www.mme.gov.br/site/menu/select_main_menu_item.do?channelId=1432&pageId=10780
29. Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2004 – ano base 2003. [acessado 2007 out 20]. Disponível em: http://www.mme.gov.br/site/menu/select_main_menu_item.do?channelId=1432&pageId=1589
30. Komatsu CE. Coprocessamento de resíduos industriais em fornos clínquer. In: *Anais da 4ª Feira Internacional de Meio Ambiente Industrial*, 2004; São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland; 2004.
31. Associação Brasileira de Cimento Portland. Coprocessamento: sustentabilidade e competitividade na indústria do cimento. In: *Anais da 4ª Feira Internacional de Meio Ambiente Industrial*, 2004. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland; 2004.
32. Maringolo V. Coprocessamento no Brasil. In: *Anais da 4ª Feira Internacional de Meio Ambiente Industrial*, 2004; São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland; 2004.
33. Fundação Estadual do Meio Ambiente. Papel e atuação dos órgãos ambientais no coprocessamento. In: *Anais da 4ª Feira Internacional de Meio Ambiente Industrial*, 2004; São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland; 2004.
34. Silva RP, Masini JC, Cardoso LMN, Ribeiro MG, Filho WRP. Adaptação de metodologia analítica para a determinação de HPAs em amostras ocupacionais. In: *Anais da 30ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química*, 2007; Águas de Lindóia. Águas de Lindóia: Sociedade Brasileira de Química; 2007. p. QA222.
35. Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana da Fundação Oswaldo Cruz, Programa de Saúde do Trabalhador da Secretaria Estadual de Saúde do Rio de Janeiro. *Relatório de inspeção indústrias cimenteiras de Cantagalo que realizam coprocessamento de resíduos industriais*. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz; 1998.
36. Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana da Fundação Oswaldo Cruz, Programa de Saúde do Trabalhador da Secretaria Estadual de Saúde do Rio de Janeiro. *Relatório técnico sobre as indústrias cimenteiras de Cantagalo que realizam coprocessamento de resíduos industriais*. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz; 2000.
37. Bezerra G. Ação coletiva contra a poluição em Magé. In: *Anais do 2º Encontro da ANPPAS*; 2004; Indaiatuba. Indaiatuba: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade; 2004.
38. Santi AMM, Cremasco MS. Combustíveis e riscos tecnológicos ambientais na fabricação de cimento: avaliação contextualizada no município de Barroso, Minas Gerais. In: *Anais do 3º Encontro da ANPPAS*; 2006. Brasília: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade; 2006.
39. World Trade Organization. Dispute settlement: dispute ds332 Brazil - measures affecting imports of retreaded tyres. [acessado 2007 mai 11]. Disponível em: http://www.wto.org/English/tratop_e/dispu_e/cases_e/ds332_e.htm

Artigo apresentado em 18/12/2007

Aprovado em 24/06/2008