

O coprocessamento na indústria de cimento: definição, oportunidades e vantagem competitiva

Coprocessing in the cement industry: definition, opportunities and competitive advantage

Coprociamiento en la industria del cemento: definición, oportunidades y ventaja competitiva

Geraldo Jose Ferraresi de Arujo

Mestre, FEA/RP - USP, Brasil.
geraldoferraresi@gmail.com



RESUMO

A indústria cimenteira é uma das mais fundamentais para a economia mundial, movimentando aproximadamente US\$ 250 bilhões de dólares/ano. Porém, seu processo produtivo consome grandes quantidades de combustíveis e eletricidade. Mundialmente, o setor é responsável por 5-7% de todas as emissões de dióxido de carbono. Portanto, o foco deve ser dado à redução de emissões de gases efeito estufa relacionadas com o uso da energia térmica e elétrica utilizada no processo produtivo, logo, o coprocessamento é uma técnica no qual os resíduos são utilizados para substituir matérias-primas e / ou combustíveis na indústria de cimento. O objetivo principal do artigo é identificar as principais empresas no Brasil que estão utilizando o coprocessamento e, como objetivo específico identificar como essas empresas estão utilizando esse processo para geração de vantagem competitiva. O método foi a pesquisa qualitativa a partir do levantamento bibliográfico e submetido a análise de conteúdo. A Votorantim Cimentos e a Lafarge Holcim adotam esse método no Brasil e em outras unidades no mundo. Essas empresas já vislumbraram oportunidades de vantagem competitiva a partir do co processamento, pois diminui custos, seja no consumo de combustíveis e eletricidade no processo produtivo, gera receitas com o reaproveitamento dos resíduos e agrega valor a marca da corporação em mercados notadamente exigentes com a questão ambiental.

Palavras chave: Indústria de cimento; Co processamento; Vantagem competitiva.

ABSTRACT

The cement industry is one of the most fundamental for the world economy, handling approximately US \$ 250 billion dollars per year. However, its production process consumes large quantities of fuel and electricity. Globally, the industry accounts for 5-7% of all carbon dioxide emissions. Therefore, the focus should be given to the reduction of greenhouse gas emissions related to the use of thermal and electrical energy used in the production process, hence coprocessing is a technique in which waste is used to substitute raw materials and / or in the cement industry. The main objective of the article is to identify the main companies in Brazil that are using coprocessing and, as a specific objective to identify how these companies are using this process to generate competitive advantage. The method was the qualitative research from the bibliographic survey and submitted to content analysis. Votorantim Cimentos and Lafarge Holcim adopt this method in Brazil and other units in the world. These companies have already glimpsed competitive advantage opportunities from co-processing, since it reduces costs, whether in the consumption of fuels and electricity in the production process, generates revenues from the reuse of waste and adds value to the corporation brand in markets that are notably demanding with the question environmental.

Keywords: Cement industry; Co Processing; Competitive advantage.

RESUMEN

La industria del cemento es una de las más fundamentales para la economía mundial, Manejando aproximadamente US \$ 250 mil millones de dólares por año. Sin embargo, su proceso de producción consume grandes cantidades de combustible y electricidad. A nivel mundial, la industria representa el 5-7% de todas las emisiones de dióxido de carbono. Por lo tanto, se debe prestar atención a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con el uso de la energía térmica y eléctrica utilizada en el proceso de producción, por lo que el coprocesamiento es una técnica en la que los residuos se utilizan para sustituir materias primas y / o En la industria del cemento. El objetivo principal del artículo es identificar las principales empresas en Brasil que utilizan el coprocesamiento y, como objetivo específico, identificar cómo estas empresas están utilizando este proceso para generar una ventaja competitiva. El método fue la investigación cualitativa de la encuesta bibliográfica y se sometió al análisis de contenido. Votorantim Cimentos y Lafarge Holcim adoptan este método en Brasil y otras unidades en el mundo. Estas empresas ya vislumbran oportunidades para la ventaja competitiva de la co-procesamiento, ya que reduce los costes, es el consumo de combustible y electricidad en el proceso de producción, genera ingresos procedentes de la reutilización de los residuos y añade valor a la marca de la empresa en mercados tan exigentes con el tema protección del medio ambiente.

Palabras clave: industria del cemento; Procesamiento de Co; Ventaja competitiva.



1. Introdução

Para Siddique e Naik (2004) devido às crescentes preocupações em torno da conservação ambiental e da qualidade de vida das gerações futuras, o desenvolvimento econômico, social e ambientalmente sustentável tornou-se objetivo de muitas indústrias.

O cimento, assim como o petróleo e o aço é uma das mercadorias vitais para o crescimento das economias. Nenhum outro material é tão versátil quanto o cimento quando se trata de construções prediais, estradas ou grandes obras de infraestrutura. O mercado mundial de cimento movimentava cerca de US\$ 250 bilhões de dólares/ano, onde a China responde por mais da metade da produção e do consumo mundial.

É também chinesa a maior empresa dessa indústria, a CNBM (*China National Building Material*) com capacidade instalada de 343 milhões de toneladas de cimento por ano, a frente suíça HOLCIM*¹, cuja capacidade instalada em 2012 era de 218 Mt/ano e da francesa LAFARGE*² com 217 Mt/ano (CIMENTO.ORG, 2013).

Especificamente no que se refere ao cimento, Huntzinger e Eatmon (2009) esse é um aglutinante hidráulico usado na fabricação de argamassa e concreto. Esse produto é um dos materiais manufaturados mais importantes do mundo. O cimento é o principal componente do concreto, que é o material mais consumido na Terra. Sua produção atingiu 3,6 bilhões de toneladas em 2012 e estima-se que cresça de 0,8-1,2% ao ano, atingindo entre 3.700 e 4.400 megatoneladas. Ainda de acordo com os autores supracitados, o cimento é um produto essencial, proporcionando à sociedade o que precisa em termos de habitação segura, confortável e infra-estrutura moderna confiável.

A produção de cimento envolve o consumo de grandes quantidades de matérias-primas e combustíveis, além de eletricidade, ar e água, aonde envolve o aquecimento de uma mistura de calcário, argila e bauxita, em temperaturas entre 1200 ° C e 1500 ° C (LAMAS *et al.*, 2013). Esse processo fornece a decomposição de carbonato de cálcio em óxido de cálcio, o que causa altas emissões de CO₂.

Além disso, para Jankovic, Walter, Eugene (2004) a produção requer aproximadamente 110 kWh/t de energia elétrica, com 40% direcionados para a moagem de clínquer, esta operação é responsável por 50-60% dos custos totais de produção. A energia térmica, utilizada durante o processo de queima, é responsável por cerca de 20 a 25% do custo de produção de cimento (MADLOOL ET AL, 2013).

Logo, o alto consumo de energia tornou a indústria de cimento responsável por 12 a 15% do uso total de energia industrial (MADLOOL *et al.*, 2011) e globalmente, o setor é responsável por 5-7% de todas as emissões de dióxido de carbono antropogênico e cerca de 3% do total de emissões de GEE (VAN DEN HEDE; DE BELIE, 2012). Para cada tonelada de cimento Portland produzido, libera-se quase uma tonelada de dióxido de carbono para a atmosfera (MEYER, 2009).

Portanto, o foco deve ser dado à redução de emissões de gases efeito estufa relacionadas a energia térmica e elétrica utilizada no processo produtivo, seja em escala local e global (GALVEZ-MARTOS; SCHOENBERGER, 2014).

Devido a isso, um esforço significativo foi feito em termos de pesquisas e novos métodos desenvolvidos para alcançar menores emissões de CO₂ dentro da indústria do cimento. Um método já bem conhecido e amplamente utilizado é o coprocessamento, técnica na qual os resíduos são utilizados para substituir matérias-primas e/ou combustíveis (CEMBUREAU, 2009).

Para Rocha, Lins e Santos (2011) o coprocessamento na indústria de cimento é a melhor maneira de recuperar energia e material do lixo. O co-processamento de combustíveis alternativos fornece uma solução em termos de redução da dependência de combustíveis fósseis, bem como uma contribuição para a redução das emissões.



O coprocessamento, para Freitas e Nobrega (2014) é a recuperação simultânea de energia e a reciclagem de recursos minerais quando usados para substituir os combustíveis fósseis primários em fornos de cimento. As fontes tradicionais de energia na fabricação de clínquer de cimento são combustíveis fósseis como carvão e petróleo. No coprocessamento, estes estão sendo substituídos por combustíveis fósseis derivados de resíduos e biomassa, juntos denominados combustíveis alternativos. Devido às altas temperaturas e ao tempo de permanência no forno, a destruição de tais combustíveis derivados de resíduos é considerada eficiente e completa.

O co-processamento, de acordo com Cembureau (2016) contribui para a solução de três problemas ambientais:

- Redução das alterações climáticas: Os combustíveis alternativos constituem uma das principais alavancas para a redução da emissão de GEE na indústria cimenteira. Os combustíveis alternativos podem contribuir com 0,75 Gtonnes de CO₂ em todo o mundo para a redução das emissões de GEE até 2050;
- Melhoria da gestão de resíduos: O co-processamento de resíduos pode reduzir o volume de resíduos que são depositados em aterros e utilizar eficientemente o conteúdo energético dos resíduos;
- Fomento a economia circular: Minerais em resíduos são utilizados nas fábricas de cimento e não precisam ser aterrados.

No que se refere a indústria de cimento da América Latina, os principais produtores são o Brasil, o México e a Argentina que integram a lista dos 20 maiores produtores de cimento do mundo. Juntos, eles foram responsáveis pela produção de 120 milhões de toneladas de cimento em 2012 (STAFFORD *et al*, 2015).

Países como Brasil, Colômbia, Costa Rica, México e outros possuem normas, regulamentos e leis para coprocessamento e gerenciamento de resíduos. Obviamente, esses regulamentos variam de acordo com cada país, mas, basicamente, eles proíbem o uso de resíduos urbanos não tratados, resíduos hospitalares e de serviços de saúde, radioativos, organoclorados, pesticidas e outros relacionados (STAFFORD *et al*, 2015).

No Brasil, a lei específica sobre coprocessamento é a Resolução CONAMA nº 264, de 26 de agosto de 1999, publicada no Diário Oficial da União nº 54, de 20 de março de 2000, aplica-se ao licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de co-processamento de resíduos, excetuando-se os resíduos: domiciliares brutos, os resíduos de serviços de saúde, os radioativos, explosivos, organo-clorados, agrotóxicos e afins (BRASIL, 1999), mas a falta de infraestrutura para o gerenciamento de resíduos dificulta sua prática. De fato, em 2007, 800.000 toneladas de resíduos industriais foram coprocessados no país, mas correspondem a apenas 30% de todos os resíduos industriais produzidos naquele ano. Os principais tipos de resíduos utilizados são solo contaminado, pneus, lodo oleoso, catalisadores usados, adesivos, resinas, látex, materiais emborrachados e contaminados como papel-plástico e madeiras (STAFFORD *et al*, 2015). Portanto, dado a importância social, econômica e ambiental da indústria de cimento tanto no Brasil quanto no mundo, justifica-se um estudo sobre o co processamento, aonde o objetivo principal do artigo é identificar as principais empresas no Brasil que estão utilizando esse processo e como objetivo específico identificar como essas empresas que estão utilizando o co processamento para geração de vantagem competitivas verdes.



2. Metodologia

No presente estudo utilizou-se a pesquisa exploratória. Segundo Zikmund (2000), os estudos exploratórios, diagnosticam situações e exploram alternativas. Essa metodologia é conduzida durante o estágio inicial de um processo de pesquisa aonde se procura esclarecer e definir a natureza de um problema.

A pesquisa foi classificada como qualitativa, para Bogdan e Biklen (2003), o conceito de pesquisa qualitativa envolve cinco características básicas que configuram este tipo de estudo: ambiente natural, dados descritivos, preocupação com o processo, preocupação com o significado e processo de análise indutivo.

No que se refere a coleta de dados, o instrumental utilizado foi a revisão bibliográfica, de acordo com Lakatos e Marconi (2001) abrange a literatura pública em relação ao tema estudado, desde publicações científicas, dissertações, revistas, livros, monografias, teses e outros tipos de material aonde o objetivo fim é colocar o pesquisador em contato com tudo o que foi elaborado sobre o assunto em pesquisa.

No que tange a análise das informações, o instrumental utilizado foi a análise de conteúdo, de acordo com Bardin (1977) conceitua análise de conteúdo como: Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo de mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens.

3. Coprocessamento: definição e importância

A gestão moderna de resíduos deve incluir (i) eficiência técnica em termos de proteção ambiental, (ii) eficiência econômica em termos de viabilidade de custo e (iii) aceitabilidade social (KIKUCHI;GERARDO, 2009).

O conceito de coprocessamento de resíduos de acordo com o *World Business Council* (2005) são resíduos selecionados com valor calorífico recuperável que podem ser usados como combustíveis em fornos de cimento, substituindo uma parte de combustíveis fósseis convencionais no processamento de cimento. De acordo com a Associação Européia de Cimento (CEMBUREAU), o coprocessamento oferece uma solução em termos de redução da dependência de combustíveis fósseis, bem como uma contribuição para a redução das emissões de gases efeito estufa na atmosfera.

O uso de resíduos no coprocessamento de cimento tem inúmeros benefícios: menor necessidade de pedreiras; não têm impactos negativos nas emissões do processo produtivo nem e na qualidade ambiental e técnica do produto final; não afeta a saúde e segurança dos trabalhadores; destruição completa dos compostos orgânicos; neutralização total de gases ácidos, óxidos de enxofre e cloreto de hidrogênio; incorporação de vestígios de metais pesados na estrutura do clínquer com elos estáveis e nenhuma produção de subprodutos como cinzas ou resíduos líquidos de limpeza de gás (CEMBUREAU, 2009).

O coprocessamento de resíduos proporciona uma substituição máxima de materiais não renováveis. A decisão sobre qual tipo de resíduo pode ser finalmente usado em uma determinada planta não é respondida uniformemente. Como regra os resíduos aceitos como Combustível Derivado de Resíduo (CDR) devem agregar valor ao forno de cimento em termos do poder calorífico da parte orgânica e do valor material da parte mineral (CEMBUREAU, 2009).



Para Costa (2014), a designação CDR engloba um vasto leque de diferentes combustíveis alternativos, uma vez que é possível produzir combustíveis tendo por base diferentes resíduos, não obedecendo a características específicas. Para minimizar a generalização do termo e para regularizar a produção de CDR, a Comissão Europeia publicou em 2006 a especificação CEN/TS 15357, que define CDR como um combustível sólido preparado tendo por base resíduos não-perigosos produzidos com o intuito de recuperação de energia em instalações de incineração ou co incineração e que obedeça as classificações e especificações apresentadas na CEN/TS 15359, sendo identificados na Lista Europeia de Resíduos pelo código LER 19 12 10

A qualidade do CDR, de acordo com a especificação técnica CEN/TS 15359:2006 é avaliada através da análise de três parâmetros fundamentais, nos quais se baseia o sistema de classificação: maximização do rendimento térmico da sua combustão (parâmetro Poder Calorífico Interior); baixo efeito de corrosão dos órgãos da caldeira de combustão (parâmetro Cloro); Baixos níveis de emissões (parâmetro Mercúrio).

Quanto ao sistema de classificação, este assenta nos valores limites para as três propriedades, as quais se encontram divididas em cinco classes. A classificação é determinada pela atribuição de uma escala de 1 a 5 respeitando cada parâmetro, apresenta na tabela 1 a os valores limites para cada um dos parâmetros que classificam um CDR (CARVALHO, 2011).

Tabela 1: Sistema de classificação de resíduos para co processamento

Parâmetro	Medida Estatística	Unidade	Classes				
			1	2	3	4	5
PCI	Média	MJ/kg (tal como recebido)	≥ 25	≥ 20	≥ 15	≥ 10	≥ 3
Teor em Cl	Média	% (base seca)	≤ 0,2	≤ 0,6	≤ 1,0	≤ 1,5	≤ 3
Teor em Hg	Mediana	mg/MJ (tal como recebido)	≤ 0,02	≤ 0,03	≤ 0,08	≤ 0,15	≤ 0,50
	Percentil 80	mg/MJ (tal como recebido)	≤ 0,04	≤ 0,06	≤ 0,16	≤ 0,30	≤ 1,00

Fonte: Carvalho, 2011.

Os principais constituintes dos gases de saída de um forno de cimento são o nitrogênio do ar de combustão, o CO₂ da calcinação e da combustão, a água do processo de combustão e as matérias-primas e o excesso de oxigênio. Os gases de saída também contêm pequenas quantidades de poeira, cloretos, fluoretos, dióxido de enxofre, NO_x, dibenzo-p-dioxinas policloradas e dibenzofuranos policlorados, monóxido de carbono e ainda quantidades menores de compostos orgânicos e metais pesados (CARVALHO, 2011).

O CDR deve ser encarado não como um resíduo, mas sim como um recurso ou produto que comporta valor econômico e ambiental, fazendo parte da cadeia de valor de um sistema integrado de resíduos. Além disso, o CDR, ao servir de combustível alternativo ao combustível fóssil, permite não só uma poupança significativa deste combustível, não renovável, como uma redução de emissões de CO₂ e CH₄, ganhos em créditos de carbono, espaço evitado em aterro com diminuição de custos de operação e volume ocupado, como também economia com taxa de gestão de resíduos.



Segundo Usón *et. al.* (2013), os resíduos comuns utilizados mundialmente nas indústrias de cimento são resíduos sólidos urbanos, farinhas de carne e ossos de animais, lodo de esgoto, biomassa e pneus em fim de vida.

4. Vantagens competitivas verdes e as principais empresas cimenteiras que utilizam o coprocessamento

Os ganhos ambientais percorridos acima entram em consonância com boas práticas ambientais. Tais ferramentas são geradoras de vantagem competitiva por meio de estratégias de baixo custo ou diferenciação conforme as dimensões de competitividade no qual cada organização se posiciona (PORTER, 1980). A administração de matérias primas, de acordo com Brito e Beraldi (2010), de forma eficiente e eficaz é fundamental para a diminuição de perdas no processo produtivo, conseqüentemente, são fontes de diminuição de custos. Tais práticas podem levar as empresas a alcançar diferenciação em escala mundial, onde as restrições ambientais são crescentes.

Além disso, a pressão regulatória por partes dos governos como também de uma parcela da sociedade também é um estímulo à inovação, seja em produto e processo na medida em que os desafios mundiais de escassez e inflacionamento dos recursos naturais serão inevitáveis limitadores da atividade econômica. A capacidade das organizações em lidar com tais restrições leva a um modelo de gestão ambiental que vai da prevenção à poluição ao desenvolvimento sustentável, passando pelo meticuloso processo de conhecimento de toda a cadeia do produto (BRITO; BERALDI, 2010).

Dentre do contexto supracitado, pode-se citar com destaque para o mercado nacional de cimentos a Votorantim Cimentos e a Lafarge Holcim.

A Votorantim Cimentos é uma das dez maiores empresas de concreto e agregados do mundo e atualmente é líder no mercado brasileiro de materiais básicos para construção civil. Atualmente possuem 18 fábricas de cimento, quatro unidades de agregados, quatro unidades de produtos complementares (argamassa, cal e calcário agrícola), 105 centrais de concreto e 60 centros de distribuição. Nos Estados Unidos e no Canadá contam com sete unidades de produção de cimento, 150 centrais de concreto, seis navios e 12 terminais de cimento na região dos Grandes Lagos. Na Bolívia possuem uma moagem localizada em Puerto Suarez. Além disso, possui uma carteira com mais de 25 mil clientes diretos e produzem mais de 40 itens nos segmentos de cimento, argamassa, rejunte, gesso, cal, calcário agrícola, concreto e agregados (VOTORANTIM CIMENTOS, 2018).

Ainda de acordo com a Votorantim Cimentos (2018) a empresa foi a primeira empresa no Brasil em utilizar o co processamento em seu processo de fabricação de cimento, aonde o total de resíduos co processados nas unidades da empresa chega a mais de 600 mil toneladas anuais.

Atualmente a empresa aplica o coprocessamento em 15 de suas unidades operacionais e planeja investir mais de R\$ 300 milhões em co processamento até 2020, com a intenção de chegar a 30% de uso de resíduos para queima de clínquer em todas as suas fábricas no mundo e atingir patamares internacionais no uso de combustíveis e matérias-primas renováveis nas operações nacionais de cimento (REVISTA AMAZONIA, 2017)

O que se refere a Lafarge Holcim, empresa líder mundial em materiais e soluções para construção, possui cerca de 90 mil funcionários em mais de 80 países e tem uma presença equilibrada entre mercados em desenvolvimento e maduros.

Especificamente no Brasil, com um faturamento bruto de R\$ 873 milhões e mais de 1.600 funcionários, Holcim Brasil S.A. é a quarta maior fabricante de cimento do país e também uma das líderes no fornecimento de concreto e agregados. A empresa faz parte do grupo suíço Holcim Ltd. E seu diferencial é prover soluções integradas em cimento, concreto e agregados. A Holcim foi a primeira



indústria cimenteira do país a obter a certificação ISO 9000. Seus investimentos em meio ambiente também lhe garantiram o status de pioneira no setor ao obter a ISO 14000 (LAFARGE HOLCIM, 2018). No que se refere ao co processamento, de acordo com eCycle (2017) a Lafarge Holcim possui uma unidade estratégica de negócio, a Geocycle, responsável pela gestão dos resíduos industriais e urbanos que são utilizados como combustíveis alternativos ou substitutos de matérias-primas nos fornos de cimento a partir do co processamento. Essa tecnologia já é utilizada nas unidades de produção da Holcim em Cantagalo-RJ, Barroso-MG e Pedro Leopoldo-MG aonde essas unidades trituram e misturam resíduos industriais líquidos, sólidos e pastosos.

Os principais resíduos recebidos pela Holcim são: substâncias oleosas; catalisadores usados; resinas, colas e látex; pneus e emborrachados; solventes; borras ácidas; lodos de tratamentos; terras contaminadas; revestimentos de cubas de alumínio; papel e papelão contaminados; e resíduos não perigosos, como pneus, plástico, madeira e água de esgoto, para que tenham poder calorífico de no mínimo 2.000 kcal/kg. Mundialmente, cerca de 80% dos materiais coprocessados pela Holcim são resíduos de óleos e resíduos não perigosos, como os supracitados. No Brasil, assim como nas outras unidades pelo mundo, aproximadamente 80% dos resíduos entram como substituto de combustíveis fósseis e 20% como matéria-prima (FURTADO, 2013).

5. Considerações finais

Ante as urgentes necessidades de readequação dos modelos produtivos em escala mundial, ante as ameaças do aquecimento global e seus desdobramentos, o coprocessamento emerge como uma opção em consonância com o desenvolvimento sustentável, pois contempla tanto a dimensão ambiental, social e econômico da sustentabilidade.

No que se refere a dimensão ambiental, a presente tecnologia contribui com a diminuição de resíduos como solo contaminado, pneus, lodo oleoso, catalisadores usados, adesivos, resinas, látex, materiais emborrachados e contaminados como papel-plástico e madeiras descartados inadequadamente no meio ambiente e ao mesmo tempo diminui o consumo de combustíveis fósseis no processo de fabricação de cimentos. Ademais, não oferece nenhum risco para as comunidades vizinhas às fábricas de cimento, na medida que estão submetidas a padrões rígidos de controle, em geral uma fábrica que co-processa resíduos tem emissões iguais ou inferiores àquelas que não co-processam resíduos.

Na dimensão social contribui para a geração de empregos a partir da necessidade de separação dos resíduos a serem utilizados no co processamento, como também na logística desses resíduos até os centros produtos de cimentos.

Na dimensão economia contribui financeiramente para a empresa cimenteira, na medida em que o co processamento é um serviço pago, portanto os produtores de resíduos pagam pelo seu descarte, outrossim, as cimenteiras conseqüentemente diminuem seus custos na aquisição de energia e combustíveis no processo produtivo, sem perder eficiência energética.

Empresas como a Votorantim Cimentos e a Lafarge Holcim já constataram a importância da utilização do co processamento como uma forma de vantagem competitiva verde, na medida em que os stakeholders (fornecedores, clientes, acionistas, colaboradores, comunidade, sociedade e alta administração) estão cada vez mais preocupados com as questões ambientais sem perder a racionalização dos custos do processo de produção.

Logo, o co processamento na indústria cimenteira seja no Brasil quanto no mundo é uma questão não somente de adequação as normas ambientais, como a DN COPAM 26 e Resolução CONAMA 264, mas sim fonte de vantagem competitiva verde, aonde a geração de valor dessas organizações para a sociedade é maior que preço final de seus produtos aos seus clientes. Conseqüentemente, quanto maiores forem os impactos decorrentes do agravamento da questão ambiental, maior será o valor



dessas empresas entregue aos seus clientes, como também maior será a pressão seja por parte do governo e da sociedade para quem não está adequado aos novos padrões produtivos. Embora os benefícios do co processamento sejam substanciais, a demora no licenciamento desse tipo de serviço ambiental ainda é um desafio no Brasil, seja por falta de profissionais envolvidos no processo, como também na demora nos tramites junto as instituições públicas.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BOGDAN, R. S.; BIKEN, S. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. 12.ed. Porto: Porto, 2003.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 264, de 26 de agosto de 1999. Licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de co-processamento de resíduos. **Diário Oficial da União**, Brasília. 20 de mar. de 2000.

BRITO, R. P.; BERARDI, P. C. Vantagem competitiva na gestão sustentável da cadeia de suprimentos: um meta estudo. **Revista administração de empresas**, São Paulo, v. 50, n. 2, p. 155-169, 2010. Disponível <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75902010000200003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 Dec. 2018.

CARVALHO, I. R. G. CDR um resíduo ou um produto, e a sua viabilidade técnico-económica: análise do estudo do caso. 2011. Dissertação (Mestrado em engenharia ambiental). Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Nova Lisboa, Lisboa. 2016. Disponível em: <https://run.unl.pt/bitstream/10362/5941/1/Carvalho_2011.pdf>. Acesso em: 21 de Abril de 2018.

CEMBUREAU. **Market opportunities for use of alternative fuels in cement plants across the EU**. 2016. <https://cembureau.eu/media/1231/ecofysreport_wastetoenergy_2016-07-08.pdf> Acesso em: 21 de Abril de 2018.

CEMBUREAU. **Sustainable cement production**: Co processing of alternative fuels and raw materials in the European industry. 2009. Disponível em < www.cembureau.eu >. Acesso em: 21 de Abril de 2018.

CIMENTO.ORG. **A indústria do cimento**. 2013. Disponível em: <<https://cimento.org/cimento-no-mundo-2013/>>. Acesso em: 21 de Abril de 2018.

COSTA, J. M. B. **Coprocessamento de CDR no processo de produção de cimento**. 2014. Dissertação (Mestrado em engenharia química). Faculdade de Ciências e Engenharia do Ambiente. Universidade de Nova Lisboa, Lisboa, 2014. Disponível em: <https://run.unl.pt/bitstream/10362/15783/1/Costa_2014.pdf>. Acesso em: 21 de Abril de 2018.

ECYCLE. **O que é coprocessamento e quais as vantagens ambientais que ele pode oferecer ?**. 2017. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/67-dia-a-dia/5918-o-que-e-coprocessamento-e-quais-as-vantagens-ambientais-que-ele-pode-oferecer-.html>>. Acesso em: 21 de Abril de 2018.

FREITAS, S. S.; NOBREGA, C. C. Os benefícios do co processamento de pneus inservíveis para a indústria cimenteira. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 3, p. 293-300, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522014000300293&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 21 de Abril de 2018.

FURTADO, M. Tecnologia ambiental co processamento: Uso de resíduos em forno de cimento cresce 25%. **Química.com.br**, São Paulo, 2013. Disponível em: < <https://www.quimica.com.br/tecnologia-ambiental-coprocessamento-residuos-fornos-cimento-cresce-25/>>. Acesso em: 21 de Abril de 2018.

GALVEZ-MARTOS, J. L.; SCHOENBERGER, H. An analysis of the use of life cycle assessment for waste co-incineration in cement kilns. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 86, p. 118-131, 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344914000548/>>. Acesso em: 21 de Abril de 2018.

HUNTZINGER, D. N.; EATMON, T. D. A life-cycle assessment of Portland cement manufacturing: comparing the traditional process with alternative technologies. **Journal of Cleaner Production**, v. 17, n. 7, p. 668-675, 2009. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652608000826>>. Acesso em: 21 de Abril de 2018.

JANKOVIC A, WALTER V, EUGENE D. Cement grinding optimisation. **Minerals Engineering**, v.17, p.1075-81, 2004. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.91.6206&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 21 de Abril de 2018.

KIKUCHI, R.; GERARDO, R. More than a decade of conflict between hazardous waste management and public resistance: A case study of NIMBY syndrome in Souselas (Portugal). **Journal of hazardous materials**, v. 172, n. 2-3, p. 1681-1685, 2009. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389409011765>>. Acesso em: 21 de Abril de 2018.



LAFARGE HOLCIM. **Quem somos**. 2018. Disponível em: < <https://www.lafargeholcim.com.br/quem-somos>>. Acesso em: 21 de Abril de 2018.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos metodologia científica**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

LAMAS, W. D. Q., PALAU, J. C. F., CAMARGO, J. R. Waste materials co-processing in cement industry: Ecological efficiency of waste reuse. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.19, p. 200–207, 2013. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032112006260>>. Acesso em: 21 de Abril de 2018.

MADLOOL, N. A. et al. A critical review on energy use and savings in the cement industries. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, n. 4, p. 2042-2060, 2011. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032111000207>>. Acesso em: 21 de Abril de 2018.

MADLOOL, N. A. et al. An overview of energy savings measures for cement industries. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 19, p. 18-29, 2013. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032112005977>>. Acesso em: 21 de Abril de 2018.

PORTER, M. E. **Competitive strategy: techniques for analysing industries and competitors**. New York : Free Press, 1980.

REVISTA AMAZONIA. **Votorantim Cimentos investiu R\$ 136 milhões em coprocessamento de resíduos nos últimos 4 anos**: Modernização de equipamentos e novas tecnologias contribuem de forma sustentável para maior redução de emissões na produção de cimento. 2017. Disponível em: < <https://revistaamazonia.com.br/votorantim-cimentos-investiu-136-milhoes-coprocessamento-residuos-nos-ultimos-anos/>>. Acesso em: 21 de Abril de 2018.

ROCHA, S. D. F.; LINS, V. F. C.; SANTO, B. C. E.. Aspectos do coprocessamento de resíduos em fornos de clínquer. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, p. 1-10, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v16n1/a03v16n1>>. Acesso em: 21 de Abril de 2018.

SIDDIQUE, R.; NAIK, T. R. Properties of concrete containing scrap-tire rubber—an overview. **Waste management**, v. 24, n. 6, p. 563-569, 2004. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X04000212>>. Acesso em: 21 de Abril de 2018.

STAFFORD, F. N. et al. Advances and challenges for the co-processing in Latin American cement industry. **Procedia Materials Science**, v. 9, p. 571-577, 2015. >. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211812815002163>>. Acesso em: 21 de Abril de 2018.

USÓN, A. A. et al. Uses of alternative fuels and raw materials in the cement industry as sustainable waste management options. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 23, p. 242-260, 2013. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032113001263>>. Acesso em: 21 de Abril de 2018.

VAN DEN HEEDE, P.; DE BELIE, N.. Environmental impact and life cycle assessment (LCA) of traditional and ‘green’concretes: literature review and theoretical calculations. **Cement and Concrete Composites**, v. 34, n. 4, p. 431-442, 2012. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958946512000054>>. Acesso em: 21 de Abril de 2018.

VOTORANTIM CIMENTOS. **Votorantim Cimentos apresenta novo portfólio: a maior inovação em 83 anos de história**. 2016. Disponível em: < <https://www.votorantimcimentos.com.br/noticia/votorantim-cimentos-apresenta-novo-portfolio-maior-inovacao-em-83-anos-de-historia/>>. Acesso em: 21 de Abril de 2018.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **Guidelines for the selection and use of fuels and raw materials in the cement manufacturing industry**. In: Cement sustainability initiative (CSI). 2005. Disponível em: <<http://wbcsdpublications.org/project/guidelines-for-the-selection-and-use-of-fuels-and-raw-materials-in-the-cement-manufacturing-process/>>. Acesso em: 21 de Abril de 2018.

ZIKMUND, W. G. **Business research methods**. 5.ed. Fort Worth, TX: Dryden, 2000.