

Identificação dos impactos ambientais causados pela indústria cimenteira no Brasil

A descoberta do cimento foi imprescindível para a sociedade, sendo a grande responsável pelo desenvolvimento da humanidade. Segundo dados da Fundação João Pinheiro (2019), o déficit habitacional brasileiro é de 5,876 milhões de moradias. Desse modo, para mudança deste cenário, se faz necessário a implantação de indústrias cimenteiras e a utilização do cimento devido sua aplicação econômica na construção de moradias. No entanto, em razão dos processos de produção do cimento, a indústria cimenteira é vista como uma das atividades industriais mais impactantes em termos ambientais e sociais, gerando uma série de impactos ambientais. Assim, o presente artigo tem por objetivo apresentar o processo produtivo da indústria cimenteira no Brasil, identificando os impactos ambientais que ocorrem nas várias fases produtivas do cimento, desde a extração de matérias-primas, passando pela clínquerização até a produção final do cimento. Embora as indústrias cimenteiras brasileiras estejam cada vez mais buscando soluções sustentáveis, com a aplicação de técnicas e equipamentos que geram menos complicações nas localidades em que estão inseridas, ainda há registros de danos ambientais gerados pelas fábricas que impactam não só à saúde das comunidades que vivem próximo a elas, como também ao meio ambiente, no qual apresenta degradação do solo e contaminação da água.

Palavras-chave: Indústria cimenteira; Impactos ambientais; Sustentabilidade; Meio ambiente; Brasil.

Identification of environmental impacts caused by the cement industry in Brazil

The discovery of cement was essential for society, being largely responsible for the development of humanity. According to data from the João Pinheiro Foundation (2019), the Brazilian housing deficit is 5.876 million homes. Thus, to change this scenario, it is necessary to implement cement industries and use cement due to its economic application in housing construction. However, due to the cement production processes, the cement industry is seen as one of the most impactful industrial activities in environmental and social terms, generating a series of environmental impacts. Thus, this article aims to present the production process of the cement industry in Brazil, identifying the environmental impacts that occur in the various productive stages of cement, from the extraction of raw materials, through clinkerization to the final production of cement. Although in Brazilian cement industries are increasingly looking for sustainable solutions, with the application of techniques and equipment that generate less complications in the locations where they operate, there are still records of environmental damage caused by factories that impact not only the health of the communities that live close to them, as well as the environment, in which it presents soil degradation and water contamination.


Keywords: Cement industry; Environmental impacts; Sustainability; Environment; Brazil.

Topic: **Desenvolvimento, Sustentabilidade e Meio Ambiente**

Received: **10/03/2023**

Approved: **20/05/2023**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Mateus Santos 
Centro Universitário do Vale do Ipojuca, Brasil
<https://orcid.org/0009-0009-7418-2111>
mateusfellyp@gmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2237-9290.2023.002.0006

Referencing this:

SANTOS, M.. Identificação dos impactos ambientais causados pela indústria cimenteira no Brasil. **Natural Resources**, v.13, n.2, p.44-55, 2023. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2237-9290.2023.002.0006>

INTRODUÇÃO

Desde o início do século XX, o cimento tem um papel importante para a sociedade, sua descoberta pode ser considerada como um “marco” histórico no desenvolvimento da humanidade, pois sua utilização como solução econômica para a construção de moradias humanas e de grandes obras da engenharia, proporcionaram melhorias na qualidade de vida da sociedade.

Os principais materiais usados para a produção do cimento se encontram em abundância na natureza e são relativamente baratos, tornando a aplicação deste material viável, nas grandes e pequenas obras realizadas em todo o mundo.

Entretanto, a indústria cimenteira gera impactos ambientais e sociais, em quase todas as suas etapas de produção, com foco concentrado no entorno de suas áreas de fabricação e nas regiões que tenham alguma relação com os seus processos de fabricação.

Desse modo, com a crescente relevância do tema no contexto ambiental, torna-se cada vez mais necessário identificar os impactos ambientais causados pelas indústrias cimenteiras no Brasil, para a conscientização deste setor sobre a importância de preservar o meio ambiente. Nesse sentido, discutir os impactos ambientais e, especificamente, como os processos de produção da indústria cimenteira podem atenuar os impactos ao meio ambiente e, por consequência, a saúde dos colaboradores e da população que residem próximo a estas indústrias, passa a ser um exercício essencial para evitar riscos à saúde humana e à natureza.

Assim, o presente artigo partiu da necessidade de entender os diferentes impactos ambientais relacionados aos processos de produção do cimento, para que as indústrias não só compreendam a necessidade de assumir uma postura responsável nas suas relações com a natureza, como também possam avaliar os processos de mudança necessários e estimular a prática de atitudes sustentáveis em seus processos de produção.

Diante deste cenário, o enfoque deste trabalho é propor uma solução para o seguinte problema de pesquisa: quais são os principais impactos ambientais causados pelos processos de produção da indústria cimenteira no Brasil? Desse modo, o objetivo geral passa a ser identificar os principais impactos ambientais causados pelos processos de produção da indústria cimenteira no Brasil. E definem-se, ainda, os seguintes objetivos específicos: conceituar indústria cimenteira; apresentar o processo de produção do cimento; identificar os principais impactos ambientais provenientes dos processos de produção da indústria cimenteira; analisar os principais impactos ambientais.

METODOLOGIA

Para o efetivo desenvolvimento dos objetivos específicos em um corpo consistente de análise e argumentação, o presente estudo consiste em pesquisa de caráter descritivo, que visa não só relacionar as variáveis de análise central, bem como apresentar subsídios de informação que possam servir de diretrizes para ações de transformação da realidade.

Dessa forma, os resultados serão apresentados sobre forma quantitativa e qualitativa, a partir da coleta de informações de fontes secundárias, com base em um estudo comparativo do conteúdo de obras de diferentes autores, em uma revisão bibliográfica e documental que permita um maior aprofundamento sobre o tema de pesquisa. Como fontes de pesquisa, a fim de colher o referencial teórico, serão utilizados livros, artigos científicos, monografias e sites que estão relacionados ao tema.

A indústria de cimento no Brasil

Com o final do século XIX, o Brasil começava a apresentar os primeiros indícios de utilização de cimento, para seu desenvolvimento e remodelação de suas cidades. Segundo o Sindicato Nacional da Indústria do Cimento (SNIC), o Brasil importava 40 mil toneladas de cimento da Europa, por ano, e pagava altas tarifas de importação, que chegava aos 30%. Dessa forma, estes fatores foram usados de estímulo para que os empreendedores brasileiros percebessem a importância da implantação de uma indústria nacional de cimentos e, conseqüentemente, passasse a produzir este produto, em território nacional. Assim, os primeiros registros de fabricação de cimento brasileiro, datam o ano de 1892, onde o Engenheiro Louis Nóbrega passou a utilizar calcários expostos nos arredores da capital do Estado da Paraíba e criou uma unidade industrial na qual funcionou durante três meses.

Em 1897, o comendador Antônio Prost Rodovalho, pôs em prática seus estudos, que passaram a aproveitar reservas de calcários das grandes pedreiras situadas nas vizinhanças de Sorocaba, no qual contribuíram para a fundação da primeira fábrica de cimento do Brasil, a Rodovalho, em São Paulo. Contudo, a fábrica logo passou a enfrentar várias paralisações e reativações devido a quatro fatores que complicaram a consolidação da primeira indústria de cimento brasileira (SANTOS, 2005), conforme percebe-se abaixo: 1) Matéria-prima: Toda atividade econômica necessita de muita matéria-prima, logo, a indústria cimenteira precisa de uma enorme demanda de calcário e argila, próximo as suas unidades fabris. 2) Distância: As principais reservas de calcário que se conhecia no século XX ficavam muito distantes do centro comercial brasileiro, São Paulo e Rio de Janeiro. 3) Transporte: Os veículos não eram tão populares no país e estavam passando por desenvolvimento, tornando o envio do produto caríssimo. 4) Importação: Por não haver tarifas alfandegárias no país, o cimento era importado toda hora, desestimulando a continuidade do pioneirismo no país.

Além disso, havia também a concorrência de outras unidades fabris de cimento, que estavam preparadas para derrubar as marcas que não possuíam uma estrutura totalmente consolidada, e que segundo Simonsen (1988) o mercado de cimento constitui um exemplo de oligopólio puro, no qual um número restrito de concorrentes oferece o mesmo produto, somado ao grau de Contestabilidade do Ramo de Cimento, que segundo Haguenaer (1997) são os elevados custos de transporte e de armazenagem, as escalas mínimas para a produção competitiva, o grande volume de investimentos e o prazo relativamente longo para sua amortização compõe o grau de contestabilidade do ramo de cimento, ou seja, estes pontos são previamente analisados, antes que uma nova concorrente surja e seja feita a instalação de uma nova marca.

A primeira implantação definitiva de uma fábrica de cimento brasileira só aconteceu no final da década de 1920, a partir da operação de uma fábrica da Companhia Brasileira de Cimento Portland (CBCP), cuja produção tinha capacidade para 60 mil toneladas e o controle acionário era feito por canadenses e por capitais nacionais (FERREIRA, 1999). Além disso, diferentemente das antigas fábricas, esta nova unidade fabril teve um planejamento maior e, por isso, foi instalada o Bairro Perus, em São Paulo, estando próxima de ótimas reservas de calcário e desta vez, se encontrando perto dos maiores consumidores de cimento daquela época e, que estavam passando por remodelações e transformações urbanas. Assim, este polo industrial fez história e contribuiu muito para o setor cimenteiro brasileiro, já que todo o cimento consumido daquela época era importado, devido os enormes investimentos feitos para a implantação de um polo industrial com capacidade de produção à nível mundial e com tecnologias extremamente competitivas.

Ainda que a instalação da primeira unidade industrial de cimento brasileiro tenha permitido o início da consolidação deste setor e começado à produção nacional deste material, o país permaneceu dependendo de importações. Somente, nos anos de 1930, graças aos três produtores principais (CBCP, CNCP e Votorantim) o Brasil passou a controlar o mercado interno com quase 80% da capacidade instalada (PELÁEZ, 1972). Dessa forma, nota-se que o crescimento da indústria do cimento no Brasil, ocorreu a partir os anos de 1930 e que segundo Santos (2005), pode ser analisada através de quatro pontos principais:

Tabela 1: Fatores de desenvolvimento da indústria cimenteira do Brasil.

Fator	Condição
Urbanização	Urbanização e crescimento do mercado interno.
Economia	Entrada de capital e tecnologia estrangeira.
Investimento	Investimento carreados de outros ramos econômicos presentes no país.
Apoio do Estado	Apoio incondicional do Estado.

Fonte: Santos (2005).

Além do mais, conforme a indústria cimenteira brasileira se desenvolvia, cada vez mais se tornava necessário utilizar cimento para que a remodelação das cidades acontecesse. Segundo Francesconi (1996), o aumento da população residente nas cidades ocorreu no bojo do processo transformação da paisagem urbana, de substituição do velho pelo novo, mais especificamente das casas de taipas de pilão pelo concreto armado – uma nova forma de construção possibilitada pelo cimento e pelo aço, e que segundo Motoyama (1994), não só as habitações urbanas sofreram mudanças, como também as rodovias começaram a ser construídas a partir do cimento, tendo em vista que o país não detinha, ainda conhecimentos que envolviam a petroquímica. Desse modo, cada vez mais o cimento se tornava um dos materiais mais utilizados no Brasil, com foco na construção civil, no qual ocasionou o aumento do consumo e a importação deste produto, já que somente a produção interna não era suficiente para cobrir a demanda de material utilizado.

No início dos anos de 1970, o cimento foi considerado um dos materiais mais utilizados no país, sendo reconhecido pelo forte crescimento econômico proporcionado devido à grande urbanização, a construção de moradias e as grandes obras da engenharia, que trouxeram melhoria na qualidade de vida da sociedade. Contudo, o número de indústrias cimenteiras crescia cada vez mais e, com isso, aumentava os indícios de material particulado e poluição, produzido pelos processos produtivos destas unidades fabris. Diante deste contexto, surgiu um fato inédito para as indústrias brasileiras, a criação do primeiro instrumento de regulação

de ações poluentes no país. Vale ressaltar que o Decreto-Lei nº. 1.413 de 1975 – conhecido como “decreto da poluição”, estabelece a respeito do controle da poluição do meio ambiente causada por meio de atividades industriais – surgiu a partir de um conflito feito por uma fábrica de cimento que proporcionou problemas de saúde à população da região e ao meio ambiente próximo a estas fábricas (MAURY, 2008).

Atualmente, graças as fiscalizações ambientais e ao desenvolvimento de tecnologia sustentáveis, nota-se que nem todas as fábricas de cimento são problemáticas, já que parte delas estejam buscando respeitar as legislações e ter responsabilidade socioambiental. Porém, ainda há registros de poluição provocado por indústrias que atuam de maneira similar àquelas da década de 1970, fazendo o uso de processos de produção agressivos e colaborando com a geração de agentes poluidores, afetando não só a saúde humana, como também o meio ambiente, no qual cada vez mais sofre com mudanças climáticas devido as emissões de gases, principalmente de dióxido de carbono, que causam impactos em escala mundial.

Processos de produção da indústria de cimento no Brasil

Nos últimos anos, muito se houve falar da indústria do cimento e que algumas etapas do seu processo de produção têm participado ativamente na geração de impactos ambientais e sociais. Impactos estes, que se relacionam à geração de problemas ao meio ambiente, as pessoas que trabalham neste setor e as que moram próximas a estas unidades fabris. Desse modo, para melhor entendimento de tais impactos e como eles são ocasionados, devemos compreender o processo e a cadeia produtiva deste produto.

O processo de fabricação do cimento possui duas grandes atividades: a mineração de calcário e a fabricação de cimento. A atividade de mineração da rocha calcária é realizada em grandes lavras mecanizadas a céu aberto. As rochas são desmontadas com explosivos e cominuídas para granulometria adequada à sua alimentação nos moinhos de matérias-primas da planta de fabricação de cimento (SANTI et al., 2004).

O cimento pode ser produzido tanto em plantas industriais interligadas como em instalações de moagem separadas ou plantas de mistura, a diferença é que para o primeiro, estas plantas industriais estão interligadas e acabam facilitando o transporte do calcário extraído das minas até a área industrial, na qual já possuem forno de clínquer e moinho no mesmo local. Já, para o segundo caso, estes tendem a adquirir o clínquer de unidades integradas.

De acordo com Santi et al. (2004), existem dois processos tecnológicos fundamentais para a produção do clínquer: 1) Moagem e homogeneização das matérias-primas: Calcário (94%), a argila (4%) e quantidades menores de óxidos de ferro e alumínio (2%) – para a obtenção da farinha crua. 2) Clinquerização da farinha crua em fornos rotativos para obtenção do clínquer e resfriamento do clínquer. 3) Moagem do clínquer para a adição de gesso para obtenção do cimento. 4) Ensacamento e expedição do produto.

Para que se possa entender de forma assertiva o processo produtivo do cimento, será utilizado a ilustração abaixo com o objetivo de explicar o princípio fundamental da fabricação do cimento.

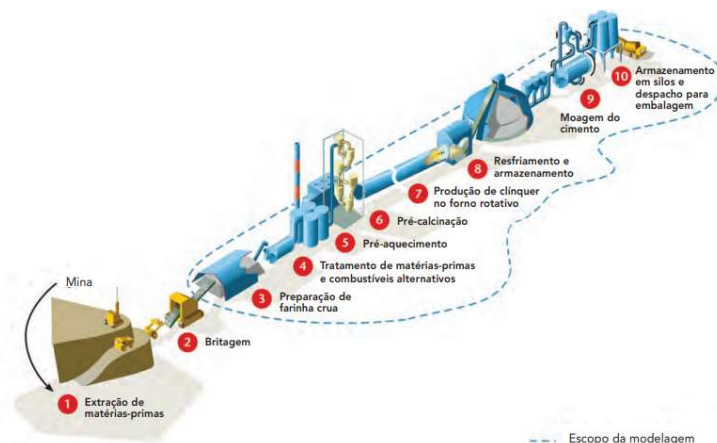


Figura 1: Processo de produção da indústria cimenteira.

Tabela 2: Processo de produção do cimento.

Etapa	Processo	Descrição
01	Extração	De acordo com o site CiênciaQuímica ⁴ , para a fabricação do cimento utiliza-se das matérias-primas: calcário, argila, minério de ferro e gesso. Portanto, a primeira etapa do processo de fabricação do cimento inicia com a extração de calcários dos depósitos carbonáticos, que fornecem carbonato de cálcio, material essencial para o cimento. Esta extração acontece com o uso de máquinas pesadas de pedreiras e quando necessário, faz-se o uso de explosivos para diminuir o tamanho do material extraído e facilitar o transporte destes.
02	Britagem	Após feita as extrações dos materiais, eles serão triturados em fragmentos ainda menores e com tamanho de até 10 cm. Em seguida, eles serão transportados para a fábrica de cimento por meio de correias transportadoras, teleféricos, caminhões ou trens.
03	Preparação da farinha crua	Nessa fase, os fragmentos de matérias-primas britados são misturados a fim de manter a composição química exigida na “pré-homogeneização”. Depois esta mistura passa pelo processo de “pré-homogeneização” e, posteriormente, é moído para produzir a “farinha crua” que será utilizada nas etapas futuras.
04	Tratamento de matérias-primas e combustíveis alternativo	Durante a produção do cimento, há a possibilidade de co-processar resíduos e subprodutos gerados em outras indústrias, como materiais substitutos de matérias-primas da farinha crua ou de combustíveis usados no processo de queima, desde que estes sejam preparados para tal finalidade.
05	Pré-aquecimento	Nessa etapa, será utilizado um pré-aquecedor com uma série de ciclones verticais que conduzem a farinha crua para dentro do forno, onde ficará em contato com gases quentes que se movem na direção oposta, pré-aquecendo a farinha e fazendo com que parte das reações químicas necessárias para a formação do clínquer, aconteçam de forma mais precoce e eficiente.
06	Pré-calcação	De maneira resumida, a calcinação é o processo de decomposição do calcário para formação de cal (CaO). Em geral, parte desta reação acontece no “pré-calcinador”, que funciona como uma câmara de combustão situada na parte inferior do pré-aquecedor e acima do forno, e parte no interior do forno rotativo. Nesta etapa, a decomposição do calcário geralmente emite de 60% a 70% das emissões totais de gases. Já, a queima de combustível emite cerca de 30% a 40%, 65% dos quais acontecem no pré-calcinador.
07	Produção de clínquer no forno rotativo	No processo de clínquerização, a farinha pré-calcinada entra dentro de um forno rotativo, onde são utilizados combustíveis (óleo pesado, coque de petróleo, carvão mineral ou vegetal) para elevar a temperatura interna do forno, chegando até 1450°C. Conforme o forno rotativo gira, a farinha pré-calcinada desliza e cai através das zonas progressivamente mais quentes em direção à chama. Nesta etapa do processo, o calor é tão intenso que provoca reações químicas e físicas que fundem parcialmente a farinha, transformando-a em clínquer Portland.
08	Resfriamento e armazenamento	Através de um resfriador que sopra ar frio para dentro do forno, o clínquer Portland é então resfriado rapidamente de temperaturas superiores a 1000°C para até 100°C. O ar gerado nesta etapa é reaproveitado e utilizado na queima dos combustíveis, melhorando a eficiência térmica do forno. Normalmente, uma fábrica de cimento armazena o clínquer antes da moagem do cimento. Porém, o clínquer também pode ser moído na mesma unidade quando integrada, ou transferido para unidades específicas de moagem.
09	Moagem do cimento	O processo de moagem consiste na entrada do clínquer resfriado e misturado com gesso, num moinho de bolas, em moinhos verticais ou em prensas de rolos, onde a moagem ocorre a fim de se obter uma mistura, em forma de pó cinza, conhecido como cimento Portland comum. Para todos os tipos de cimento é adicionado cerca de 3% a 4% de gesso para controlar o tempo de pega do produto.
10	Armazenamento em silos para despacho e embalagem	O produto é homogeneizado e armazenado em silos de cimento para posteriormente ser enviado ao cliente. Para ser transportado, o cimento é acondicionado em sacos ou em big bags, que podem ser paletizados, ou ainda carregado a granel em caminhões.

Impactos ambientais da indústria de cimento no Brasil

De acordo com a Resolução Conama nº 1/86 (MMA, 1986), considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de

matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente, afetam: I. as atividades sociais e econômicas; II. há biota; III. as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; IV. a qualidade dos recursos ambientais.

Portanto, conforme já foi falado no presente trabalho, algumas práticas dos processos de produção do cimento geram impactos negativos no meio físico e alteração sociais com conflitos socioambientais, que contribuem para o aquecimento global, as mudanças climáticas e o efeito-estufa, causado pela grande emissão de gases poluentes, causando um macro impacto em escala mundial (IPCC, 2007, citado por MCT, 2006).

Os principais impactos ambientais causados pela indústria cimenteira

A indústria cimenteira é reconhecida como uma das atividades industriais mais impactantes em termos ambientais, tanto no Brasil como em outros países ao redor do mundo. Seus efeitos negativos podem ser observados em diferentes áreas, abrangendo desde as emissões de gases de efeito estufa até a degradação dos recursos naturais (FREITAS, 2014).

No Brasil, a produção de cimento acarreta uma série de impactos ambientais significativos que demandam uma atenção especial. Esses impactos são abrangentes e abarcam várias esferas ambientais, o que requer uma abordagem integrada para enfrentá-los.

Emissões de gases de efeito estufa: Com a chegada do século XXI, as mudanças climáticas passaram a ser consideradas como um dos principais desafios para o mundo e para o Brasil. Segundo o relatório *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2007), as mudanças climáticas acontecem como resultado da variabilidade interna no sistema de clima e fatores externos, sejam estes naturais ou resultados de atividades humanas”. Assim, nota-se cada vez mais os impactos gerados pelo aquecimento global e as consequências que podem ser devastadoras, devido a emissão antrópica de gases de efeito-estufa, como o dióxido de carbono, que de forma significativa é emitido pela indústria do cimento.

A produção de cimento envolve a queima de combustíveis fósseis, como carvão e coque de petróleo, para aquecer os fornos e calcinar a matéria-prima. Isso resulta na liberação de dióxido de carbono (CO₂), um dos principais gases responsáveis pelo aquecimento global. Além disso, a decomposição do calcário durante a produção de cimento também gera emissões de CO₂. Essas emissões contribuem significativamente para o agravamento das mudanças climáticas (SOARES, 1998).

Segundo Rodgers (2018), devido as emissões antrópicas de dióxido de carbono, se a indústria cimenteira fosse um país, esta seria o terceiro maior emissor do mundo, estando atrás apenas da China e dos EUA. De acordo com o instituto de pesquisa britânico House (2016), foi registrado cerca de 2,2 bilhões de toneladas de CO₂, lançados pelo processo de produção de cimento, correspondendo a 8% das emissões mundiais de CO₂. Assim, é perceptível que os impactos gerados pelas etapas de produção do cimento contribuam para o efeito estufa, impactando diretamente o meio ambiente.

O gráfico 1 apresenta a emissão de gases de efeito estufa, enfatizando as emissões específicas da indústria do cimento, que apresentam aproximadamente 50% referente ao processo produtivo, cerca de 5%

ao transporte, 5% ao uso da eletricidade e os outros 40% ao processo de clínquerização (WBCSD, 2002).

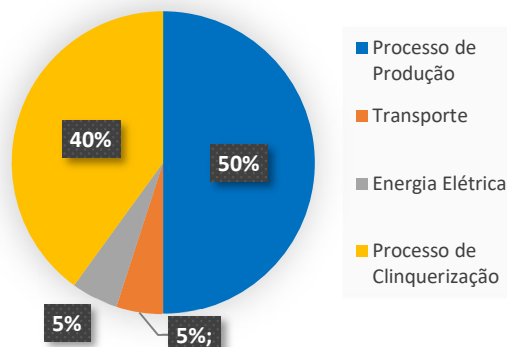


Gráfico 1: Emissão de CO₂ da indústria do cimento.

Impactos no transporte: A indústria cimenteira requer um sistema de transporte eficiente para movimentar as matérias-primas e os produtos acabados. Isso geralmente envolve o uso de caminhões, que emitem gases poluentes e contribuem para o congestionamento do tráfego. O transporte de cimento a longas distâncias também aumenta o consumo de combustíveis fósseis e as emissões de gases de efeito estufa associadas (PRADO, 2022).

Consumo de recursos naturais: A fabricação de cimento requer grandes quantidades de matérias-primas, principalmente calcário e argila. A extração desses materiais pode causar degradação do solo, perda de biodiversidade e alterações nos ecossistemas naturais. Além disso, a extração de calcário geralmente envolve desmatamento, o que contribui para a redução das áreas florestais (SELLITTO, 2013).

Consumo de água: A indústria cimenteira requer uma quantidade considerável de água para diversas etapas do processo de produção, como resfriamento, moagem e lavagem. O consumo de água pela indústria cimenteira pode afetar os recursos hídricos locais, especialmente em regiões onde a disponibilidade de água é limitada. O lançamento de efluentes industriais, que podem conter substâncias químicas nocivas, também pode poluir rios e corpos d'água próximos às fábricas (PEREIRA, 2010).

Emissões atmosféricas: Além das emissões de CO₂, a indústria cimenteira também libera outros poluentes atmosféricos, como dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x) e material particulado. Esses poluentes contribuem para a poluição do ar e podem ter impactos negativos na saúde humana e nos ecossistemas próximos às fábricas (SANTOS, 2023).

Geração de resíduos: A produção de cimento resulta na geração de grandes quantidades de resíduos, como escória, cinzas volantes e lamas. O descarte inadequado desses resíduos pode contaminar o solo e a água, causando danos aos ecossistemas locais. Além disso, a disposição inadequada dos resíduos pode levar à formação de depósitos de resíduos que ocupam grandes áreas e representam um risco potencial de poluição (BELATO, 2013).

Desgaste do solo e alterações paisagísticas: A extração de matérias-primas para a produção de cimento muitas vezes envolve a remoção de camadas de solo fértil. Isso pode levar à erosão do solo e à perda de sua capacidade de sustentar a vegetação e os ecossistemas locais. Além disso, as áreas de mineração de calcário e argila podem resultar em alterações significativas na paisagem, como a formação de grandes

crateras ou cavidades (MATOS, 2020).

Ruído e vibrações: As operações das fábricas de cimento podem gerar ruídos e vibrações, principalmente durante o processo de trituração e moagem do clínquer. Isso pode afetar negativamente a qualidade de vida das comunidades vizinhas, causando perturbação e desconforto. O ruído constante também pode ter impactos na fauna local, afastando espécies sensíveis (SALGADO, 2015).

Impactos na saúde humana: Além dos impactos ambientais, a indústria cimenteira também pode ter efeitos adversos na saúde das pessoas que vivem nas proximidades das fábricas. A exposição a emissões atmosféricas, como partículas finas e gases tóxicos, pode aumentar o risco de doenças respiratórias, cardiovasculares e até mesmo câncer. A poeira resultante das operações de trituração e moagem do cimento também pode ser prejudicial à saúde, especialmente se inalada (MAURY, 2012).

Uso de energia: A indústria cimenteira é intensiva em energia, o que resulta em um alto consumo de combustíveis fósseis. A dependência de fontes não renováveis de energia contribui para a escassez de recursos e aumenta a pegada de carbono da indústria. A adoção de fontes de energia renovável e a melhoria da eficiência energética podem ajudar a reduzir o impacto ambiental associado ao consumo de energia na produção de cimento (ARAUJO, 2020).

Reabilitação de áreas mineradas: Após a extração de matérias-primas, como o calcário, é necessário realizar a reabilitação das áreas mineradas. A recuperação dessas áreas pode ser um desafio, especialmente em termos de restauração do solo e da vegetação nativa. É importante que as empresas cimenteiras adotem práticas de reabilitação adequadas, visando restaurar os ecossistemas e promover a biodiversidade (ZANON, 2018).

Impactos nos recursos hídricos: Além do consumo de água, a indústria cimenteira pode ter impactos nos recursos hídricos devido ao lançamento de efluentes industriais. Esses efluentes podem conter substâncias químicas, como metais pesados e produtos químicos utilizados no processo de produção de cimento, que podem contaminar as águas superficiais e subterrâneas. O controle e o tratamento adequado desses efluentes são fundamentais para evitar a poluição e preservar a qualidade da água (OSTRENSKY, 2017).

Impactos na biodiversidade: A indústria cimenteira, em particular as áreas de mineração, pode ter um impacto significativo na biodiversidade local. A remoção de vegetação e a degradação do solo podem resultar na perda de habitats naturais e na redução da diversidade de espécies. É importante que as empresas adotem práticas de gestão ambiental responsáveis, incluindo a implementação de programas de conservação da biodiversidade e a adoção de medidas de mitigação de impactos (KUBOTA, 2017).

Envolvimento com as comunidades locais: A indústria cimenteira muitas vezes está presente em áreas próximas a comunidades locais. Os impactos ambientais podem afetar diretamente a qualidade de vida dessas comunidades, incluindo a saúde, a segurança e a disponibilidade de recursos naturais. É fundamental que as empresas cimenteiras estabeleçam um diálogo aberto e transparente com as comunidades locais, levando em consideração suas preocupações e buscando soluções que minimizem os impactos negativos (CAJAZEIRA, 2011).



Infográfico 1: Impactos ambientais e sociais do processo de produção da indústria de cimento.

Desse modo, para lidar com os impactos ambientais causados pela indústria cimenteira, é essencial ter uma regulamentação ambiental adequada e uma fiscalização eficaz. As autoridades governamentais devem estabelecer padrões ambientais rígidos e monitorar o cumprimento dessas regulamentações pelas empresas. Além disso, é importante promover a transparência e a responsabilidade por parte das empresas, incentivando a divulgação de informações ambientais e a adoção de práticas sustentáveis (MOTTA, 2008).

No entanto, é fundamental destacar que medidas estão sendo adotadas para mitigar esses impactos, com empresas buscando práticas mais sustentáveis e governos implementando regulamentações mais rigorosas. Para minimizar os impactos ambientais causados pela indústria cimenteira, é necessário investir em tecnologias mais limpas e eficientes, como a utilização de combustíveis alternativos de baixo teor de carbono, a melhoria da eficiência energética e a implementação de medidas de captura e armazenamento de carbono.

Além disso, é essencial reduzir o consumo de água, promover a reciclagem e reutilização de resíduos, e realizar uma gestão adequada das áreas mineradas, garantindo a reabilitação e a restauração dos

ecossistemas afetados. Também é importante fortalecer a participação das comunidades locais e das partes interessadas, promovendo o diálogo aberto e transparente, e garantindo que as preocupações e necessidades das comunidades sejam consideradas nas decisões relacionadas à indústria cimenteira (MANFREDINI, 2003).

Ao abordar os desafios e impactos ambientais causados pela indústria cimenteira, é possível avançar em direção a um setor mais sustentável, onde a produção de cimento seja realizada de forma responsável, minimizando os danos ao meio ambiente e contribuindo para a proteção do nosso planeta. Ações coletivas e compromisso contínuo são necessários para promover a transição para práticas mais sustentáveis na indústria cimenteira, visando um futuro mais equilibrado e resiliente para o Brasil e para o mundo.

CONCLUSÕES

A identificação dos impactos ambientais causados pela indústria cimenteira no Brasil revela a magnitude dos desafios que precisam ser enfrentados para conciliar o desenvolvimento industrial com a preservação ambiental. A produção de cimento tem efeitos significativos na emissão de gases de efeito estufa, no consumo de recursos naturais, na poluição do ar e da água, na perda de biodiversidade e em outros impactos negativos.

No entanto, é encorajador observar que a conscientização sobre esses problemas está crescendo, tanto entre as empresas cimenteiras quanto entre os governos e a sociedade. Esforços estão sendo feitos para adotar práticas mais sustentáveis, como o uso de fontes de energia renovável, a redução do consumo de água, a reciclagem de resíduos e o investimento em tecnologias mais limpas. Além disso, a implementação de regulamentações mais rigorosas e a fiscalização adequada são fundamentais para garantir o cumprimento das normas ambientais.

É importante destacar que a transição para uma indústria cimenteira mais sustentável não é um processo simples ou rápido. Requer um compromisso contínuo e colaboração entre as empresas, as autoridades governamentais, as comunidades locais e outros atores envolvidos. É necessário investir em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias mais avançadas, promover a educação ambiental e estimular a inovação no setor.

Ao finalizar este projeto, fica evidente a importância de uma abordagem integrada, onde a indústria cimenteira não apenas reduza seus impactos ambientais, mas também assume a responsabilidade de restaurar e preservar os ecossistemas afetados. Somente através dessa abordagem abrangente será possível avançar em direção a um setor cimenteiro mais sustentável, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas, a conservação dos recursos naturais e a proteção da biodiversidade.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, C. S. L.. Princípios do direito ambiental. *Revista CEJ*, v.18, n.62, p.96-107, 2014

BELATO, M. N.. *Análise da geração de poluentes na produção de cimento Portland com o coprocessamento de*

resíduos industriais. 2013.

CAJAZEIRA, M. O.. *Impactos e conflitos socioambientais na comunidade do entorno da fábrica de cimento*. 2011.

- ARAUJO, G. J. F.. O coprocessamento na indústria de cimento: definição, oportunidades e vantagem competitiva. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v.8, n.57, p.52-61, 2020. DOI: <https://doi.org/10.17271/2318847285720202069>
- MATOS, A. T.. **Poluição ambiental: impactos no meio físico**. UFV, 2020.
- FERREIRA, J. A. C.. A indústria do cimento no Brasil. **Revista de Economia Política**, v.19, n.4, p.143-159, 1999.
- FRANCESCONI, F. S.. **O cimento e o meio ambiente**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.
- FREITAS, S. S.; NÓBREGA, C. C.. Os benefícios do coprocessamento de pneus inservíveis para a indústria cimenteira. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.19, p.293-300, 2014.
- HAGUENAUER, L.. **O Desafio das exportações no Brasil**. Unicamp, 1997.
- IPCC. Intergovernmental Panel Climatic Changes. **Fourth Assessment Report: Climate Change 2007: Synthesis Report: Summary for Policymakers**. 2007.
- KUBOTA, L. A. F.. **Indústria e meio ambiente: uma discussão sobre a classificação dos setores industriais de acordo com seu impacto ambiental**. 2017.
- MANFREDINI, C.. **Impactos ambientais causados pelas indústrias de cerâmica vermelha no Rio Grande do Sul**. 2003.
- MAURY, A. C. S. **Introdução ao Direito Ambiental**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2008.
- MAURY, M. B.; BLUMENSCHIN, R. N.. **Produção de cimento: Impactos à saúde e ao meio ambiente**. 2012.
- MCT. **Primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa: Relatórios de referência: Emissões de gases de efeito estufa nos processos industriais e por uso de solventes**. Brasília: 2006.
- MMA. **Resolução Conama nº 03/90**. 1986.
- MOTOYAMA, S. N.. **Cimento e concreto: ciência e tecnologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1994.
- MOTTA, F. G.. A cadeia de destinação dos pneus inservíveis: o papel da regulação e do desenvolvimento tecnológico. **Ambiente & sociedade**, v.11, p.167-184, 2008.
- OSTRENSKY, V. P.; GARCIA, J. R.. A cobrança pelo uso da água na Região Metropolitana de Curitiba: uma análise dos impactos econômicos no setor industrial. **Revista da FAE**, v.20, n.2, p.7-20, 2017.
- PELÁEZ, C. J. C. B.. **Indústria e planejamento no Brasil**. Rio de Janeiro: Zahar, 1972.
- PEREIRA, R. R.. **Incorporação do fosfogesso como substituto do gesso natural no processo de fabrico de cimento Portland**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2010.
- PRADO, J. E. A.. Análise das emissões de gases do efeito estufa pelo coprocessamento de resíduos sólidos em indústria cimenteira. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v.18, n.53, p.154-166, 2022.
- SALGADO, B. B.. **Avaliação dos níveis de ruído em uma fábrica de artefatos de cimento**. 2015.
- SANTI, A. M. M.; SEVÁ FILHO, A. O.. **Combustíveis e riscos ambientais na fabricação de cimento: casos na região do calcário ao norte de Belo Horizonte e possíveis generalizações**. 2004.
- SANTOS, G. E.. **Análise de desempenho ambiental e propostas de redução de emissões atmosféricas em uma indústria cimenteira**. 2023.
- SANTOS, L. B.. **A importância do setor mineral no desenvolvimento econômico de Itapeva/SP: estudo de caso da fábrica de cimento Lafarge**. Monografia (Graduação em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2005.
- SANTOS, L. B.. A indústria de cimento no Brasil: origens, consolidação e internacionalização. **Sociedade & Natureza**, v.23, p.77-94, 2011.
- SELLITTO, M. A.. Coprocessamento de cascas de arroz e pneus inservíveis e logística reversa na fabricação de cimento. **Ambiente & Sociedade**, v.16, p.141-162, 2013.
- SIMONSEN, R. C.. **História Econômica do Brasil: 1500/1820**. Companhia Nacional, 1988.
- SOARES, J. B.. **Potencial de conservação de energia e de mitigação das emissões de gases de efeito estufa para a indústria brasileira de cimento Portland até 2015**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1998.
- ZANON, G.; PAULI, E. D. N.; ALBARNAZ, L. D. T.. Mineração de calcário na cidade de Caçapava do Sul-RS: Impactos ambientais e medidas mitigadoras. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v.10, n.1, 2018.

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.