

O cimento e seus derivados na construção civil: necessidade de uso e uso mais sustentável¹

Gabriel Fontanella Pileggi²

Resumo: Este artigo foi escrito com o objetivo de demonstrar o benefício do uso de cimento e seus derivados na construção civil, em relação a outros materiais, e ao mesmo tempo apresentar métodos que tornem a produção de cimento mais sustentável: a utilização de materiais como argila, ou madeira torna-se impossível, devido à baixa resistência mecânica e à pouca resistência a chuvas, por exemplo, além do acelerado crescimento populacional, que exige rápida construção, o que esses insumos não propiciam. Assim o uso de cimento é imprescindível na construção civil. Entretanto, devido à gigantesca demanda por ele, a liberação de gás carbônico (CO₂) na atmosfera e o gasto de água em sua produção (utilizada nos derivados) são muito grandes, por isso é necessária uma busca por meios que nos levem a uma produção mais sustentável de cimento, principalmente reduzindo o uso de clínquer.

Palavras-Chave: cimento; concreto; construção civil; sustentável.

Abstract: This article is on the advantages of the use of cement in building construction and in building materials and, at the same time, presenting methods that make cement production more sustainable. The use of materials such as clay or wood is impossible due to their low mechanical and weather resistance, for example. Besides, the accelerated population growth requires short construction time, which these materials do not provide. Thus, the use of cement is essential in civil construction. However, due to the huge demand for it, the release of carbon dioxide (CO₂) into atmosphere and the water used in its production (used in derived products) are very large, so it is necessary to search for means that lead to a sustainable production of cement, mainly by reducing the use of clinkers.

Keywords: cement; concrete; water; sustainable; construction; clinker.

Introdução

Produzem-se anualmente, no mundo, cerca de 4 bilhões de toneladas de cimento e quantidade maior ainda de produtos cimentícios, como o concreto. Com o crescente consumo e necessidade deste importantíssimo material, aplicados em projetos que variam de produção de artesanatos à construção de gigantescos arranha-céus

¹ O presente artigo surgiu após estudo de campo, multidisciplinar, realizado com o 1º ano do Ensino Médio do Colégio Ítaca, em 2018, na região do Vale do Ribeira, em SP. A viagem abrangeu estudos sobre quilombos, cavernas diversas, parque de preservação (PETAR) e, também, visita à mineradora de calcário e fábrica de cimento, InterCement, do Grupo Camargo Corrêa. Vários trabalhos e discussões se realizaram, no retorno, inclusive um Fórum de Discussão, dirigido pelo 1º ano, com a presença de todas as séries do Ensino Médio do Colégio. Professor-orientador: João Homero do Amaral.

² Gabriel Fontanella Pileggi, 15 anos, é aluno do 1º ano do Ensino Médio do Colégio Ítaca. Esportista do basquete (Instituto LBE), dirige, no entanto, sua atenção para os estudos acadêmicos, especialmente nas áreas de Ciências Biológicas e Química.

e enormes pontes, os impactos ambientais desse uso tornam-se devastadores. Além disso, no processo de fundição do clínquer³, é liberada na atmosfera uma enorme quantidade de dióxido de carbono (CO₂), um dos principais gases de efeito estufa⁴, tornando a produção de cimento responsável pela emissão de 7% de CO₂ no planeta. Portanto, é necessário implementar o uso e a produção de cimento e seus derivados de maneira sustentável, por meio de técnicas como as que serão apresentadas neste trabalho.

Pensando-se de maneira simplista - a mais provável resposta para este problema seria a substituição do uso de cimento e derivados pelo uso de outros materiais como, por exemplo, argila ou bambus -, foquemos aqui no (erroneamente) defendido uso da madeira na construção civil. Em primeiro lugar, a população mundial vem crescendo e entende-se que, em 2050, atingirá um total de cerca de 10 bilhões de habitantes⁵. Dessa forma, será necessária a construção de muito mais casas e edifícios que abriguem as futuras gerações, além da população atual que ainda não provém de um lar⁶. Ou seja, será necessário construir mais moradias e mais rapidamente, para que todos possam suprir esta necessidade básica.

Neste contexto, o uso de materiais como a madeira não é interessante pois, para que a demanda crescente seja atendida, seria necessário desmatar enormes áreas, que nos permitiriam o uso de apenas 6% delas (só se utilizam as toras das árvores, no setor de construção). Como solução para esse problema, propõe-se o reflorestamento, entretanto este não é recomendável, pois com o plantio de certa espécie ideal acaba-se com a biodiversidade do local e o tempo necessário para o crescimento das florestas chega a ser de sete anos (RAFAEL, 2017).

Estes longos períodos de crescimento das matas estagnariam sua exploração e por fim seu uso na construção civil. Muito pelo contrário, a produção de cimento se faz de forma rápida, já que em menos de uma semana extrai-se o mineral e obtém-se a mistura desejada, fator que capacita este material à gigantesca e crescente demanda de construção de moradias, como afirma Rafael Giuliano Pileggi⁷, professor livre docente da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP).

Deve-se considerar também a disponibilidade de matéria-prima em nosso planeta. A crosta terrestre, superfície que somos capazes de explorar, tem 98% de sua composição dada somente por 7 elementos químicos: Carbono (C), Silício (Si), Ferro (Fe), Alumínio (Al), Magnésio (Mg), Sódio (Na) e Oxigênio (O). Desta forma é imprescindível, de acordo com a demanda mundial, o uso de materiais que contenham tais elementos como matérias-primas, como, por exemplo, o cimento e o aço (composto de uma mistura basicamente de Ferro com Carbono). Entretanto a fabricação de aço é ainda mais prejudicial ao meio ambiente do que a produção de cimento, além de,

³ Clínquer é um material granular de 3mm a 25mm de diâmetro, resultante da calcinação de uma mistura de calcário, argila e de componentes químicos como o silício, o alumínio e o ferro. O clínquer é a matéria-prima básica de diversos tipos de cimento, inclusive o cimento Portland. (E-CIVIL > DICIONÁRIO DA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2018). Disponível em: <https://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-clinquer.html>. Acesso em 11 out. 2018.

⁴ Gases do efeito estufa: Dióxido de Carbono (CO₂) e Metano (CH₄) Os gases do efeito estufa que envolvem a Terra absorvem parte da radiação infravermelha refletida pela superfície terrestre, impedindo que a radiação escape para o espaço e aquecendo a superfície da Terra. Os principais são os gases carbônico e metano (O ECO, 30/4/2014). Disponível em: <https://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/28261-gases-do-efeito-estufa-dioxido-de-carbono-co2-e-metano-ch4/>. Acesso em 11 out. 2018

⁵ De acordo com a pesquisa “The World Population Prospects: the 2017 Revision”. Disponível em: <https://www.un.org/development/desa/publications/world-population-prospects-the-2017-revision.html>. Acesso em 11 out. 2018.

⁶ No Brasil, 6,9 milhões de famílias não têm onde morar, de acordo com pesquisa publicada na BBC Brasil, em 7 de maio de 2018.

⁷ Em entrevista informal ao autor deste artigo, na data de 2/10/2018.

como já visto acima, não haver como utilizar madeira como material principal nessa atividade, pois ela não se encontra em quantidade suficiente na superfície da Terra.

Por fim, outra característica que descarta o possível uso de madeira na construção civil encontra-se na resistência dos materiais ao meio. É impossível construir um grande túnel de madeira, pois esta não seria capaz de suportar os esforços mecânicos exigidos na situação, ou construir uma ponte, em que a baixa resistência da madeira permitiria uma ruptura catastrófica. Além disso, o uso da madeira é insustentável em si mesmo, pois não é durável: imagine-se um prédio construído de madeira em um país tropical como o Brasil, em uma região úmida como a Amazônia, em que os índices pluviométricos são extremamente elevados, variando entre 2000 e 5000 mm⁸: as constantes chuvas levariam ao crescimento de fungos e apodrecimento das estruturas do edifício, colocando vidas em risco e exigindo reformas recorrentes (o que acarretaria maior desmatamento). Muitos propõem o uso de biocidas na busca da preservação das madeiras utilizadas, porém este é ainda pior ao meio ambiente, já que, quando em contato com o solo, contamina-o e envenena-o.

Todos estes dados, relacionados ao rápido crescimento populacional e à necessidade de materiais que sejam cada vez mais sustentáveis, acabam por descartar o uso de madeira na construção civil, assim como o de outros materiais, e posiciona o cimento e seus derivados como o melhor qualificado para a solução do problema.

O cimento

Para compreender os procedimentos que tornam a produção e o uso do cimento mais sustentáveis, é necessário entender sua constituição básica, bem como a de seu principal derivado, o concreto. O cimento é composto principalmente de calcário (CaCO_3), de argila e de materiais chamados de corretivos (aqueles utilizados em busca de um balanceamento das reações químicas). A extração do calcário se dá nas jazidas, por meio de explosões, com detonadores. Após esse procedimento o minério é transportado para uma britagem (ou seja, quebra de pedras por processo mecânico ou não, para produzir pedaços de tamanho específico), e este material é transformado em um tipo de farinha conhecido como cru. Neste ponto, inicia-se a transformação destes compostos (calcário e corretivos), por meio de elevado aquecimento (temperaturas de até 1500° C) em um grande forno. Com a recombinação dos elementos forma-se o clínquer, uma pedra, que é então misturada à argila. Tal mistura é ensacada e vendida.

Já o concreto é um derivado de cimento, no qual basicamente misturam-se água, cimento e pedras, o que aumenta a capacidade de uso e fornece outras características como maior resistência, já que a pedra constituinte de 70% da mistura é extremamente mais resistente que o cimento (PIIEGGI, 2017).

Assim como em todos os processos em que o homem transforma a natureza em certo produto, a produção de cimento e de seus derivados (tratemos aqui somente do concreto) gera algum impacto ambiental. Desde o cultivo de alimentos até a geração de energia nuclear, em certo grau o meio ambiente é afetado. No caso do cimento devemos considerar principalmente a questão da emissão de monóxido de carbono na atmosfera e o elevado gasto de água na produção de seus derivados, questões que serão tratadas a seguir.

⁸ Disponível em: <https://journals.openedition.org/confins/11591>. Acesso em 11 out. 20118.

Efeitos no ambiente

Em primeiro lugar, devemos tratar do impacto da produção de cimento no clima. Nos fornos, as misturas são aquecidas a elevadas temperaturas, fornecidas pela queima de combustíveis fósseis, como o carvão mineral e o gás natural. Como se sabe, nesse processo de queima, uma quantidade enorme de energia é liberada e o carbono fossilizado é transformado em gás carbônico (CO_2), que se deposita na atmosfera e contribui com o aquecimento global. Além disso, quando o calcário é aquecido, existe uma fonte extra de CO_2 que é liberada, já que o Carbonato de Cálcio (CaCO_3) possui em sua composição química tanto o Carbono, quanto o Oxigênio que, quando submetidos ao processo de aquecimento, se reorganizam e se ligam formando o tão famoso gás estufa.

De acordo com o professor da Universidade de São Paulo, Vanderley Moacyr John⁹, especializado em materiais e na construção sustentável, cada tonelada de carbonato de cálcio apresenta 440 kg de CO_2 em sua composição. Ou seja, quando a cal for aquecida em temperaturas acima de 900°C , em busca da formação do clínquer, 44% de sua massa será liberada na atmosfera como CO_2 e se somará ao gás gerado pelos combustíveis fósseis. Todo este gás carbônico liberado contribui para o aquecimento do planeta, por ser um gás estufa e resulta, por exemplo, no degelo antártico e no degelo na Islândia, gigantescos problemas climáticos.

Além disso, é necessário considerar a quantidade de água gasta na produção de derivados de cimento como o concreto. Suponha-se uma formulação comum de concreto: para fazer 1000 l dele são necessários 350 kg de cimento, 180 l de água - o resto da mistura se dá pelas pedras. Pensando-se nessas proporções, a quantidade de água gasta não parece preocupante. Porém é necessário considerar que anualmente são gastos 4 bilhões de toneladas de cimento. Desta forma, a quantidade de concreto anual produzida no planeta é obtida por uma simples regra de três, é de aproximadamente 11,43 trilhões de litros. Realizando-se mais uma regra de três, ao se pensar na quantidade de água utilizada (180 l) na produção de concreto (1000 l), obtém-se um valor de gasto anual de água absurdamente grande: aproximadamente 2,06 trilhões de litros (dados baseados nas contas propostas a partir de uma mistura comum de concreto).

Com a crescente população e necessidade de moradia, o consumo tanto de cimento quanto de concreto torna-se maior e, conseqüentemente, a liberação de gás carbônico (CO_2) e o gasto de água aumentam a cada ano. Estes dois impactos ambientais preocupam muito os engenheiros civis, como é o caso dos professores Rafael Giuliano Pileggi e Vanderley M. John, pós-doutor pelo *Royal Institute of Technology* da Suécia, que desenvolvem projetos de pesquisa acadêmica e de pesquisas com convênio com indústrias, em busca de tornar a produção de cimento mundial mais sustentável.

Portanto, de acordo com a necessidade crescente da população por moradias, é necessário construir mais, de forma mais rápida, causando o mínimo impacto, agradando às pessoas (visualmente também – pensando em seus gostos) e de modo barato. No atendimento de todos estes quesitos, o cimento é o produto ideal, mesmo com seu grande impacto ambiental, já que este pode ser solucionado de modo que reduzem a devastação do planeta, como as apresentadas a seguir.

⁹ Em entrevista informal ao autor deste artigo.

Considerações finais

A construção civil a partir do cimento e do concreto é essencial para a sociedade moderna, porém para que os prós sejam maiores que os contras, com relação a estes materiais, é necessário desenvolver um trabalho que busque tornar sua produção mais sustentável. Conforme serão explicados, são métodos que tratam da questão do CO₂, do grande problema da utilização de materiais cimentícios e do gigantesco consumo de água na formulação do concreto.

O gás carbônico é emitido estritamente no processo de queima dos combustíveis fósseis, fornecedores de energia térmica e na transformação, fundição do calcário em clínquer. Desta forma, pode-se reduzir em grande parte a emissão de CO₂, liberado pela formação do clínquer, diminuindo-se a quantidade deste produto utilizado na mistura. Ou seja, pode-se substituir o uso de parte do clínquer por outros materiais, reduzindo-se então a quantidade de CO₂ liberado na atmosfera. Estas adições vão desde filler calcário e cinzas vulcânicas até escórias de altos fornos (restos da produção de aço), de modo que se pode produzir cimento com até 75% de escória e somente 20% de clínquer (os outros 5% correspondem à gipsita – sulfato hidratado de cálcio monoclinico, conhecido como gesso - também misturada) o que reduz em até 79% a emissão de CO₂.

Outra maneira de produzir menos CO₂ é bastante comentada no dia a dia. Ao invés de usar os combustíveis fósseis como fonte de aquecimento dos fornos, recursos que, além de finitos, liberam grande quantidade de gás carbônico na atmosfera quando queimados, é possível utilizar outras fontes de energia que poluam menos o ambiente como a biomassa, combustível oriundo de vegetais, como lenha ou álcool, que quando queimados emitem CO₂, porém este pouco impacta, já que no crescimento das plantas, este gás é absorvido. Além disso, atualmente, busca-se o uso de fornos mais eficientes, que sejam capazes de, com menos combustíveis, fornecer mais calor, o que também reduz o consumo de combustíveis e a emissão de CO₂.

Ainda é possível lidar de outras formas com o gás estufa tão preocupante. Em primeiro lugar desenvolvem-se projetos embrionários com investimentos de 5,6 milhões de reais¹⁰, como o realizado pela Intercement, empresa cimenteira brasileira pertencente ao grupo Camargo Coreia, em que se cultivam microalgas que consomem o CO₂, fazendo com que ele seja transformado em outras substâncias e não seja liberado para a atmosfera (processo de biofixação). O CO₂ liberado pode ser usado também na produção de outros materiais como medicamentos em pó efervescentes, refrigerantes, água com gás e até mesmo cerveja.

Também, como mostrado, a quantidade de água gasta anualmente na produção de concreto chega quase a 2,06 trilhões de litros, o que é um número extremamente elevado, para um elemento que, sabemos, está em franco processo de escassez. Desta forma, é necessário reduzir tal consumo. Isto pode facilmente ser feito com a diminuição do uso de água em uma mistura de cimento, de forma que se aumente a quantidade de pedras e de filler (mineral de granulometria menor que a do cimento), por exemplo, dentro dessa mistura. Desta forma a diminuição de água é compensada no produto final, pelo aumento na proporção de pedras e de adições, que obviamente fornecem características diferentes ao novo produto final, porém é possível fazer com que fique com alta qualidade e capacidade ao uso.

Finalmente, conclui-se que é imprescindível o uso de cimento e de seus derivados na construção civil, já que ele é o produto mais adequado à crescente

¹⁰ Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Informacao/Acao/noticia/2013/06/intercement-testa-o-uso-de-microalgas-contra-emissao-de-co2.html>. Acesso em 11 out.2018.

demanda, e também que é possível tornar sua produção mais sustentável, com a diminuição do uso de clínquer em suas misturas e o do gasto de água.

Além dessas soluções, diversos pesquisadores, hoje, trabalham em busca de outras formas de fazer o cimento ainda menos prejudicial ao planeta.

Referências bibliográficas

BAIMA, Cesar. “População mundial deve atingir quase 10 bilhões em 2050”. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/sociedade/populacao-mundial-deve-atingir-quase-10-bilhoes-em-2050-21503502>. Acesso em: 1 out 2018.

FRANÇA, Rafael Rodrigues e MENDONÇA, Francisco de Assis. “**A pluviosidade na Amazônia meridional: variabilidade e teleconexões extra-regionais**”, 2016. Disponível em: <https://journals.openedition.org/confins/11591>. Acesso em: 30 set. 2018.

JOHN, Wanderley M.; SCRIVENER, Karen; GARTNER, Ellis M. “Eco-efficient cements: Potential economically viable solutions for a low-CO₂ cement-based materials industry”. Disponível em: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0008884618301480. Acesso em: 2 out. 2018.

PILEGGI, Rafael Giuliano. **Influência das características físico-químicas de fillers calcários na eficiência de dispersão de suspensões cimentícias**. Tese de Livre-Docência, Escola Politécnica, USP, 2017.

EPOCANEGÓCIOS. “InterCement testa o uso de microalgas contra a emissão de CO₂” Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Informacao/Acao/noticia/2013/06/intercement-testa-o-uso-de-microalgas-contr-emissao-de-co2.html>. Acesso em: 1 out. 2018.

<https://www.youtube.com/watch?v=CzZAQKmTZII>. Acesso em: 2 out. 2018.

<https://www.youtube.com/watch?v=w-hQ4C1IWZg&index=4&list=PLAudUnJeNg4tvA0ywxVY55M8LA6ctUMsL>. Acesso em 2 out. 2108.

https://www.youtube.com/watch?v=wFPFQZe_MoY&list=PLAudUnJeNg4tvA0ywxVY55M8LA6ctUMsL. Acesso em: 1 out 2018.

<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-44028774>. Acesso em 30 set. 2018.

<https://journals.openedition.org/confins/11580?lang=pt>. Acesso em 30 set. 2018.

Recebido para publicação em 11-10-18; aceito em 28-10-18