

## **PHA3001 - Engenharia e Meio Ambiente - Relatório01 - 24/04/2016**

- Nome: Guilherme Watanabe Iwabuchi NUSP: 9833600
- Nome: Henrique Igai Wang NUSP:8941957
- Nome: Rafael Massao Matsumoto NUSP:8600511
- Nome: Raul Losker NUSP: 9833343

### **Relatório 1: Água na Indústria de Cimento**

#### **1 Introdução**

É inegável a importância do cimento no cenário mundial atual, principalmente por suas inúmeras aplicações na área de construção civil. Segundo VAN OSS em uma pesquisa feita para a USGS (United States Geological Survey), em 2015, foram produzidos cerca de 4.100 milhões de toneladas de cimento no mundo. Esse número serve para demonstrar a grandeza dessa indústria e o motivo pelo qual é sempre importante repensá-la, uma vez que, para atender a uma produção de tão larga escala, são necessárias quantidades absurdas de recursos naturais.

Para poder analisar o uso de água na indústria do cimento, é primordial que se tenha antes uma noção básica de como é produzido o cimento. Para isto, segue uma breve explicação.

A produção do cimento inicia-se nas pedreiras, onde é feita a extração da matéria-prima. Cálcio, Sílica, Alumina e Ferro são os minérios utilizados na fabricação do cimento. Ao extrair a pedra, geralmente por meio de explosivos, pretende-se extrair blocos com dimensões inferiores a 0,5 m<sup>3</sup>. Ainda nas pedreiras, os objetos retirados da explosão são levados ao britador de martelos cujo principal objetivo é reduzir o tamanho da matéria extraída para menos de 90mm<sup>3</sup>. A seguir, o material britado é transportado para a fábrica por telas de borracha, sendo armazenado em silos verticais ou armazéns horizontais. Os silos, além de armazenarem, possuem o papel de homogeneizar o material. O processo é feito por meio de um pente, que faz um corte transversal no bloco, provocando a queda e a mistura dos materiais das várias camadas, homogeneizando-os.

No moinho, a moagem de cru do material é feita por meio da entrada de ar quente na máquina. Uma vez que o ar quente entra, o material moído é levado ao topo do moinho, onde há um separador que seleciona a parte do material que possui a finura desejada. Aqueles que não a possuem, são levados para uma nova moagem. No processo úmido, o material britado a seco é reduzido a um estado de divisão de moinhos de bolas a úmido, e passa na forma de suspensão por peneiras. A seguir, a suspensão é bombeada para braços giratórios, onde se mantém homogênea a mistura da lama grossa e se realiza os ajustes finais de composição

Nos fornos, a cozedura do material é feita, resultando no clínquer. A alimentação



do forno ocorre no topo da torre. Já o ar usado para resfriar o clínquer, atravessa o forno em sentido contrário ao do material. Na torre, inicia-se a decarbonatação e a pré-calcinação do material. Conforme o material vai descendo forno abaixo, ele vai cozendo. Para cada 1600kg de matéria que entram no forno, apenas 1000kg chegam ao final da torre. O restante transforma-se em CO<sub>2</sub>. O controle do produto final é feito pela determinação da composição química, do aspecto dos cristais, do peso líquido e da cal livre.

O cimento é obtido através da moagem do clínquer, junto com o gesso e o calcário. O tipo de cimento é o que determina a proporção dos componentes químicos, sendo o clínquer majoritário na maior parte das vezes. Após a mistura ser moída no moinho, o cimento é dirigido em um separador. Caso o cimento não possua a espessura desejada, ele voltará ao moinho para uma nova moagem, seguindo o mesmo circuito descrito anteriormente. Se ele possuir a espessura desejada, passará pelo filtro de despoejamento e se dirigirá aos silos de onde será ensacado e transportado.

A figura 1, abaixo, apresenta um fluxograma que explica de forma sucinta e esquemática o processo de fabricação do cimento



Figura 1 - Fluxograma representativo do processo de produção de cimento.  
 Fonte - Magnavita, Bourguignon, Correa, De Souza, Dos Santos, 2009, Slide 9

## 2 Desenvolvimento

Os conceitos que serão utilizados para avaliar a eficiência do uso de água na indústria do cimento serão P2 e P+L. Segundo Ribeiro (2017,pg.2) em seu texto



Prevenção à Poluição e Produção Mais Limpa na Indústria, a prevenção à poluição (P2) pode ser definida como a redução da emissão do poluente a partir de sua origem, ou seja é a diminuição da produção de algum poluente ainda no processo de fabricação do produto estudado (no caso o cimento). Ainda, segundo o mesmo autor, a produção mais limpa (P+L) pode ser definida como uma estratégia de sustentabilidade e eficiência ambiental que está relacionada a todo o ciclo de vida de um produto, não limitada, como a P2, apenas ao processo de produção.

Historicamente, uma prática que tem se tornado cada vez mais comum entre as empresas produtoras de cimento é o abandono da prática de homogeneização úmida, substituindo-a pela homogeneização a seco. Essa solução é extremamente interessante em relação ao uso eficiente de água, pois reduziu-se a utilização de água no processo produtivo, já que uma etapa de produção que utilizava água passou a ser feita sem ela, economizando-a. Isso configura um processo P2 (e por consequência P+L), pois diminuiu-se o volume de água utilizado ainda num processo de fabricação. Grande parte das empresas modernas já utiliza a homogeneização a seco.

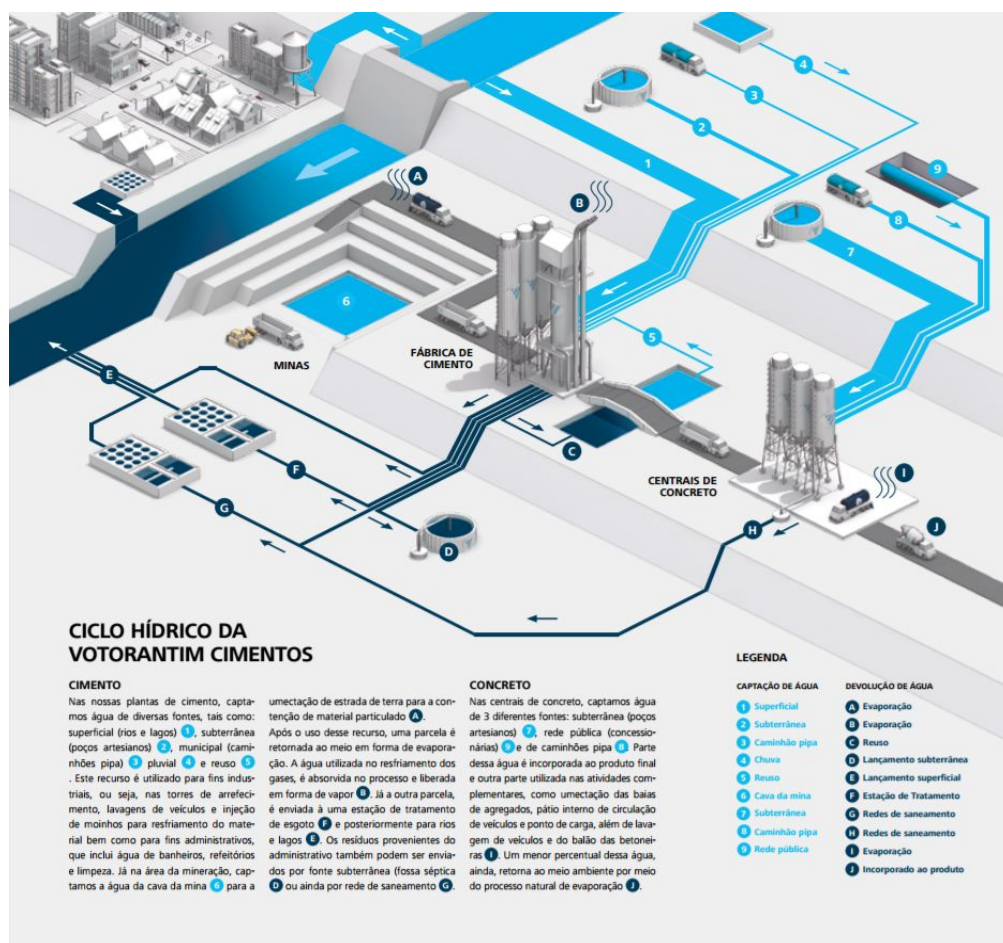


Figura 2 - Esquema do fluxo e uso de água na indústria Votorantim cimentos que exemplifica os fatos a serem discutidos  
 Fonte: Oliveira, 2015, pg.87



Entretanto, como é possível perceber a partir da explicação do processo de fabricação do cimento na introdução e da análise da figura 2 que representa um exemplo do uso da água em uma indústria real, pode-se perceber que a água não é utilizada de forma tão direta no processo de produção do cimento. Entretanto, isso não significa que ela não está presente, nem que ela seja pouco utilizada por essa indústria. A água é amplamente utilizada para o resfriamento tanto de gases quanto dos materiais e máquinas utilizados na fabricação. Ela está muito presente, por exemplo, nas torres de arrefecimento e injeção de moinhos.

No processo de resfriamento dos gases, a água utilizada retorna em forma de vapor. Caso o vapor d'água seja tratado e fique livre de impurezas por alguma ação da empresa que o produziu, isso irá configurar uma ação P+L, pois diminui a poluição gerada, apesar de não estar diretamente ligada com o processo de fabricação do cimento.

No processo de resfriamento de equipamentos, a água utilizada forma uma solução com alguns tipos de óleos. Muitas empresas já exercem a prática de separação do óleo e da água, configurando uma prática P+L. Além disso, a água recuperada nesse processo é reutilizada, por exemplo, novamente no processo de refrigeração. Dessa forma, diminui-se significativamente o desperdício da água, pois ao reutilizá-la, é possível evitar a reposição de volumes absurdos toda vez que fosse se refazer um processo de refrigeração de máquinas. Essa prática exemplifica um P+L, pois há diminuição de desperdício da água, mas que não necessariamente está vinculado com o processo de fabricação do cimento em si.

### **3 Conclusão**

Como visto na introdução, a indústria de cimento possui proporções escandalosas e, portanto, quaisquer desperdício de recurso natural ou excesso de poluição feitos durante o processo produtivo podem acarretar em um desequilíbrio ambiental significativo. Logo, ao se tratar de água, um recurso natural considerado por muitos escasso, é necessário que se tenha bastante cuidado para evitar que grandes volumes sejam desperdiçados.

Como visto no desenvolvimento, a produção do cimento em si não demanda quantidades absurdas de água, mas as consequências dessa produção demandam. Por exemplo, o problema do aquecimento de gases e máquinas que precisam ser resfriados precisa de água para ser resolvido.

Uma vez que a água utilizada na indústria de cimento não precisa ser potável, já que não é destinada ao consumo humano, uma grande solução encontrada por várias empresas que atuam nessa área foi a reutilização da água. A reutilização da água é uma grande solução e deve ser levada a sério, pois ela diminui a quantidade desse recurso que é utilizado, configurando uma produção mais limpa. O ideal, apesar de impossível, seria que toda a água utilizada na produção pudesse ser reutilizada.





## 4 Bibliografia

VAN OSS, Hendrik G. - U.S Geological Survey, Mineral Commodity Summaries. 2016. Disponível em: <<https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/cement/mcs-2016-cemen.pdf>> Acesso em: 24 abr. 2017.

MAGNAVITA, Alexsander; BOURGUIGNON, Daiane; CORREA, Gilmar; DE SOUZA, José Augusto César; DOS SANTOS, Sidney Alberto - Processo de Produção do Cimento. 2009. Disponível em: <<https://www.slideshare.net/OMonitor/processo-de-produo-do-cimento>> Acesso em: 24 abr. 2017.

SANTOS, Altair. Massa Cinzenta - Cimento Itambé: Tecnologia do concreto e do cimento preserva água. 2013. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/tecnologia-do-concreto-e-do-cimento-preserva-agua/>>. Acesso em: 24 abr. 2017.

CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (Brasília) - Indústria Brasileira de Cimento: Base para construção do desenvolvimento. 2012. Disponível em: <[http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo\\_18/2013/09/23/4970/20131002162355200901e.pdf](http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_18/2013/09/23/4970/20131002162355200901e.pdf)>. Acesso em: 24 abr. 2017.

MEDEIROS, Petruccio Tenório - Processos de fabricação e controle de qualidade de cal e cimento. 2011. Disponível em: <<https://petrucciotm.files.wordpress.com/2011/02/cal-e-cimento-fabricac3a7c3a3o-2008.pdf>> Acesso em 23/04/2017.

SECIL - Processo de fabrico de cimento. 2011. Disponível em: <<https://petrucciotm.files.wordpress.com/2011/02/cal-e-cimento-fabricac3a7c3a3o-2008.pdf>> Acesso em 23/04/2017.

