



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

MONOGRAFIA

JACSON MATOS DE CASTILHOS

“COMPOSIÇÃO DE CONCRETO PARA AMBIENTES AGRESSIVOS”

LAGES-SC.

07/2021

JACSON MATOS DE CASTILHOS

“COMPOSIÇÃO DE CONCRETO PARA AMBIENTES AGRESSIVOS”

Monografia sobre composição do concreto e componentes químicos, de modo a obter a Graduação em Engenharia Civil, sendo apresentado ao Centro Universitário Unifacvest. Orientação Mestre, Dr. Aldori Batista Dos Anjos.

LAGES-SC.

07/2021

JACSON MATOS DE CASTILHOS

COMPOSIÇÃO DE CONCRETO PARA AMBIENTES AGRESSIVOS

Monografia sobre composição do concreto e componentes químicos, de modo a obter a Graduação em Engenharia Civil, sendo apresentado ao Centro Universitário Unifacvest

Lages, SC ____/____/2021. Nota _____

BANCA EXAMINADORA:

_____/____/____

Prof(a).:

Centro universitário Unifacvest

_____/____/____

Prof (a).:

Centro universitário Unifacvest

_____/____/____

Prof(a).:

Centro universitário Unifacvest

Orientação.: Mestre, Dr. Aldori Batista Dos Anjos

Agradecimentos

- Primeiramente agradeço a Deus por me proporcionar essa oportunidade.
- Agradeço aos meus Pais que me ajudarão naquilo que foi possível.
- Agradeço a minha Família por me apoiar e amparar.
- Agradeço aos Mestres que me deram o que há de mais valioso, “seu conhecimento”.
- Agradeço aos amigos que nunca me abandonarão quando precisei.
- Agradeço a todos que fizeram parte dessa jornada.

“O começo de todas as ciências são o espanto de as coisas serem o que são.”

Aristóteles

“Pensar é o trabalho mais difícil que existe. Talvez por isso tão poucos se dediquem a ele.”

Henry Ford

LISTA DE IMAGENS

Foto: 01 , Concreto Sendo Lançado.....	21
Foto: 02 , Concreto Convencional.....	22
Foto: 03 , Execução Do SLUMP TEST.....	23
Foto: 04 , Concreto Bombeáveis.....	24
Foto: 05 , Concreto Armado.....	25
Foto: 06 , Concreto Protendido.....	26
Foto: 07 , Concreto Auto Adensável.....	27
Foto: 08 , Concreto de Alta Resistência.....	28
Foto: 09 , Ambiente marinho, sulfatos.....	30
Foto: 10 , Ambiente marinho, cloretos.....	31
Foto: 11 , Segregação da camada protetora.....	32
Foto: 12 , Processo de Carbonatação.....	33
Foto: 13 , Eflorescências.....	35
Foto: 14 , Sulfatos.....	36
Foto: 15 , Concreto Impregnando Por Polímeros.....	52
Foto: 16 , Concreto Impregnado Por Polímeros.....	53
Foto: 17 , Concreto Modificado Por Polímeros.....	54
Foto: 18 , Argamassa Polimérica Com Inibidor De Corrosão.....	55
Foto: 19 , Graute.....	56
Foto: 20 , Graute.....	57
Foto: 21 , Impermeabilizantes semi-flexível.....	58
Foto: 22 , Concreto Polimérico.....	59

SUMÁRIO:

Monografia.....	1
1- Resumo.....	8
2- Abstract.....	9
3- Introdução.....	10
4- Justificativa.....	11
5- Objetivo.....	12
5.1-Objetivo Geral.....	12
2.2-Objetivo Especifico.....	12
6- Referencial Teórico.....	13
6.1. Conceituar concreto e suas variações.....	13
6.2. Observar diferentes causas de patologias relacionadas com o concreto para diferentes ambientes.....	28
6.3. A influência Das Classes De Agressividade Ambientais E Seus Aspectos De Resistência E Densidade, “CAR E CAD”. Para Com A Durabilidade Do Concreto	36
6.4. Como Age Os Aditivos Superplastificantes E suas Adições De Minerais No consumo De Cimento, Trabalhabilidade e Resistência	41
6.5 Buscar Concretos Com Diferentes Elementos Em Sua Composição Como Polímeros. Que Possa Ter Resistência As Futuras Intempéries Correlacionadas.....	46
7- Considerações Finais.....	58
8-Referencias.....	59

1-RESUMO

Este trabalho busca entender amplamente todos os fatores interligados com as patologias de corrosão, causada pela agressividade do meio ambiente, desde suas características classificatórias até os seus resultados.

O mesmo procura por soluções que possam ser empregadas para corrigir esses danos em virtude de haver muitas obras com aspectos que se encaixam perfeitamente. Essas soluções podem ser de ampla variação, mas quero me aprofundar apenas na composição de concreto, penso que seja um fator decisivo, em virtude que o mesmo geralmente é o primeiro a ser atacado.

E ainda procurar demonstrar porque após tanto tempo ainda continuamos encontrando os mesmos problemas diariamente. O trabalho busca saber onde está o problema se é na composição do projeto, na composição da obra, ou se é o material que está sendo mal avaliado e consecutivamente mal-empregado. O real ponto é onde está o problema.

Palavras-chave; Ambientes Agressivos, construção civil, concreto convencional, polímeros, resinas.

2-ABSTRACT

This work seeks to broadly understand all the factors connected with the pathologies of corrosion, caused by the aggressiveness of the environment, from its classification characteristics to its results.

The same looks for solutions that can be used to correct these damages because there are many works with aspects that fit perfectly. These solutions can be of wide variation, but I just want to delve into the composition of concrete, which I think is a decisive factor, as it is usually the first to be attacked.

And still try to demonstrate why after such a long time we still continue to encounter the same problems on a daily basis. The work seeks to know where the problem lies, whether it is in the composition of the project, in the composition of the work, or if it is the material that is being poorly evaluated and subsequently misused. The real point is where the problem lies.

3- INTRODUÇÃO

Por definição á ambientes em que as estruturas de concreto ou “Betão” recebem maiores danos em função da agressividade do meio onde estão sendo empregados. O referido estudo busca um análise das variáveis envolvidas para a escolha de uma composição de um concreto.

Em um primeiro momento pensamos em ambientes próximos a Oceanos, Mares e Industrias que são locais que tem propensão a maiores desgastes, portanto quero verificar se esse pensamento procede.

E ainda qual seria a relação entre a agressividade do meio e o concreto. Portanto, procuramos entender essas variáveis para que posamos superá-las de maneira que não nos traga infortúnios após a execução de uma determinado projeto.

4- JUSTIFICATIVA

Ainda na atualidade há muita desinformação por parte dos profissionais, direcionada ao tema, temos tecnologias direcionadas que foram descobertas a mais de 100 anos, como os polímeros. E mesmo assim a grande maioria acaba efetivando seus projetos de forma empírica, e tornando-as sublimemente inviáveis, tudo por um desconhecimento técnico.

Sendo assim quero seguir um vértice diferente, me aprofundar mais ao tema, e compreender os processos envolvidos, empregar, o conhecimento as escolhas do dia a dia, e assim tornando-as mais dinâmicas. O desconhecimento pode ser um fator crucial, mas a procura por respostas pode ser clarividente.

5-OBJETIVO

5.1-Objetivo Geral

A composição de concreto para ambientes agressivos.

5.2-Objetivo Específico

- Conceituar concreto e suas variações.
- Observar diferentes causas de patologias relacionadas com o concreto para diferentes ambientes.
 - A influência das classes de agressividade ambientais e seus aspectos de resistência e densidade, “CAR e CAD”. Para com a durabilidade do concreto.
 - Como age os aditivos superplastificantes e suas adições de minerais no consumo de cimento, trabalhabilidade e resistência.
 - Buscar concretos com diferentes elementos em sua composição como polímeros que possa ter resistência as futuras intempéries correlacionada.

6-REFERENCIAL TEÓRICO

6.1. Conceituar concreto e ambientes agressivos.

Com base no trabalho de Luís Fernando Kaefer vou descrever a história sobre o concreto, para um melhor entendimento o “Betão, também chamado de concreto” é uma mistura de elemento que começou a se ganhar as primeiras características ainda no período que as civilizações deixaram de ser nômades e começaram a construir seus abrigos com pedras, água, terra e palha, formando assim um conceito de mistura. Porém há séculos que o desenvolvimento do concreto vem permitindo seu avanço foi no período Romano que a devida pasta começou a ganhar as suas principais características cujo liga envolvia cinza vulcânica.

Luís Fernando Kaefer, pg.03 diz que o concreto é um material composto. Uma pedra arterial. Cada ingrediente é fundamental, mas é a composição do cimento que o que liga todos os ingredientes e dá suas características. Tem uma certa analogia da indústria do cimento que explica que o cimento é para o concreto o que a farinha é para as massas na culinária.

Então se o concreto inicia com cimento, o cimento loco se dá partida nas estações de pedras. Grandes blocos de rochas são moídos até virar um pó fino de calcário e minerais. Logo é misturado com cálcio alumínio e ferro.

Após tais aditivos a devida mistura conhecida como farinha está preparada para ser encaminhada ao forno de calcinação, nas indústrias são imensas caldeiras que fazem esse processo.

Um forno moderno é um dos maiores equipamentos moveis que existe e um dos mais quentes. A mistura entra pela parte superior por um funil, à medida que a mistura gira no forno rotatório a mesma é aquecida a cerca de 1500 graus celsius e é deslocada para seções mais quentes. Logo com tal calor as moléculas se reajustam formando o clínquer.

O clínquer uma vez frio é moído novamente e misturado com gesso formando no conhecido produto final que conhecemos pelo nome de Cimento Portland.

Nome esse advindo por sua semelhança com uma pedra da ilha de Portland no Reino Unido.

Então para formar o concreto o Cimento Portland é misturado com água formando uma pasta, por fim recebe areia e brita como agregado só assim se torna o concreto que conhecemos.

Quando se adiciona a água iniciasse um processo químico que chamamos de hidratação, logo suas moléculas se reajustam novamente. Passando em poucas horas de um estado plástico para um estado sólido.

O concreto tornou-se nos últimos séculos um componente crucial para a humanidade. Com poucas ressalvas não usamos o concreto em nossas edificações e obras de arte moderna. O concreto solidifica as atuais civilizações emergentes.

O mesmo é tão antigo quanto moderno. A história do cimento remonta o tempo pré-histórico quando o homem abandonou as cavernas para solidificar abrigos. O mesmo usava lama e gesso para preencher os espaços entre pedras a fim de se isolar das intemperes da natureza e dos animais.

Os primeiros Homo Sapiens refugiaram-se nos lugares que a natureza lhes oferecia. Esses locais poderiam ser aberturas nas rochas, cavernas, grutas ao pé de montanhas ou até no alto delas. Mais tarde eles começariam a construir abrigos com as peles dos animais que caçavam ou com as fibras vegetais das árvores das imediações, que aprenderam a tecer, ou então combinando ambos os materiais.

É somente no final do neolítico e início da idade do bronze que surgem as primeiras construções de pedra, principalmente entre os povos do Mediterrâneo e os da costa atlântica. No entanto, como esses monumentos colossais tinham a função de templo ou de câmaras mortuárias, não se tratando de moradias, seu advento não melhorou as condições de habitação. Pelo peso dessas pedras, acredita-se que não poderiam ter sido transportadas sem o conhecimento da alavanca. Existem três tipos de formações megalíticas: as galerias cobertas, ou dolmens, espécie de corredor que possibilita o acesso a uma tumba; os menires, que são pedras gigantes cravadas verticalmente no solo, encontrados isoladamente ou em fileiras (alinhamentos); e os cromlech, que são menires dispostos em círculo. As

construções megalíticas mais famosas são as de Stonehenge, em Salisbury, na Inglaterra; as da ilha de Malta e as de Carnac, na França. Todos esses monumentos têm uma função ritual, já que não serviam de habitação. Luiz Koefer, pg. 04, 1998

Mais tarde assírios e babilônios começaram a usar uma mistura de argila e palha, logo a mistura proporcionava uma espécie de trama de fibras tornando a edificação mais resistente. Os Egípcios usavam calcário e gipsita mistura essa rica em cálcio para obter um material ainda mais harmônico e Plástico.

Os gregos aprimorarão o método e os Romanos aperfeiçoarão ainda mais, chegando a construir estruturas de impressionante durabilidade. A engenhosidade romana foi algo extraordinário, os aquedutos que abasteciam as cidades, certamente foi algo que estava à frente do seu tempo. Algo notável.

Cal é o nome genérico de um aglomerante simples, resultante da calcinação de rochas calcárias, que se apresentam sob diversas variedades, com características resultantes da natureza da matéria-prima empregada e do processamento conduzido. A calcinação da rocha calcária pura resulta na produção de óxido de cálcio puro. Nas rochas calcárias naturais, é comum a associação do 8 carbonato de cálcio com o carbonato de magnésio, que não constitui impureza propriamente dita, mas altera algumas propriedades da cal.

A sílica, os óxidos de ferro e de alumínio são as impurezas que acompanham os carbonatos, em maior ou menor grau, na constituição das rochas calcárias. Observa-se que na fabricação da cal estas impurezas podem alterar bastante as propriedades da cal produzida. Reação de Calcinação $C \ 2 \ 900 \ CaCO_3 \rightarrow \square o \ CaO + CO$ $CaO = \text{Cal viva}$ A cal viva não é ainda o aglomerante utilizado em construção. O óxido deve ser hidratado, transformando-se em hidróxido, que é o constituinte básico do aglomerante cal. A operação de hidratação recebe o nome de extinção (reação fortemente exotérmica), e o hidróxido resultante denominase cal extinta. Extinção da Cal Viva () $CaO + H_2O \rightarrow CaOH \ 2$ A cal extinta é utilizada em mistura com água e areia, em proporções apropriadas na elaboração de argamassas. Estas têm consistência mais ou menos plástica, e endurecem por recombinação do hidróxido com o gás carbônico presente na atmosfera, reconstituindo o carbonato original, cujos cristais ligam-se de maneira permanente aos grãos de agregado utilizado.

Esse endurecimento se processa com lentidão e ocorre, evidentemente de fora para dentro, exigindo uma certa porosidade que permita, de um lado, a

evaporação da água em excesso e, de outro, a penetração do gás carbônico do ar atmosférico. Devido a este processo, este aglomerante é chamado freqüentemente de cal aérea. A cal não endurece debaixo da água e depois de endurecida dissolve-se lentamente debaixo da água. Endurecimento da cal $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ A calcinação do calcário pode ser realizada em instalações rudimentares, de forma similar à qual os nossos antepassados a fabricavam dispondo camadas de calcário e carvão vegetal ou através de fornos modernos, de produção ininterrupta e de alto padrão de qualidade como os fornos rotativos.

Gipsita é constituída por sulfato bi-hidratado de cálcio ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) geralmente acompanhado de uma certa proporção de impurezas, como sílica, alumina, óxido de ferro, carbonatos de cálcio e magnésio. Da sua calcinação obtém-se o gesso, um aglomerante que endurece por hidratação, mas que se dissolve lentamente na água, inclusive pela ação da chuva. O gesso é obtido por processo semelhante ao empregado na fabricação da cal. Luiz koefler, pg.08 1998

Com base nas cinzas dos vulcões foi desenvolvido o concreto Romano. Essas cinzas ficarão conhecida como pozolana um pó fino que garantia as características químicas de hidratação. Certamente a pozolana foi o elemento chave do concreto Romano, para assim formar estruturas que já perduram 2 000 mil anos.

Os romanos descobriram que, misturando uma cinza vulcânica encontrada nas proximidades do Vesúvio chamada pozolana com cal hidratada (que entra em proporção variável, de 25 a 45%), obtinham um aglomerante que endurecia sob a água. Esse material, atualmente encontrase em desuso. Sua reação de endurecimento se dá por processo químico e produz um material resistente sob a água. Luiz koefler, pg.11 1998

Ainda que aja tais estruturas intactas o conhecimento que as edificou-as já não é mais de domínio comum. Tal receita se perdeu no tempo com o declínio de influencio do Império.

Na idade média os arquitetos Europeus concentraram-se em edificações com pedras. Após um período de 800 anos uma experiência executada pelo químico Inglês John Smith trouxe uma descoberta, em 1756 ele foi incumbido de reconstruir o Farol de Eddystone.

A reconstrução do Forol de Eddystone, realizado de 1756 à 1793 na Inglaterra, também foi considerada um marco na evolução histórica do concreto. O projeto foi elaborado por aquele que é considerado o primeiro Engenheiro Civil do mundo, John Smeaton, que determinou as características fundamentais para o cimento hidráulico através de seus experimentos. Jeferson Bunder, pg.06, 2016

A argamassa é a massa que causa a junção entre os agregados graúdos e miúdos, em busca de um material que apresentasse uma liga perfeita os pesquisadores usaram calcário e argila. O estudioso Inglês James Parker teve o pensamento de queimar a mistura até obter pedaços que foram moídos e reduzidos a um componente muito fino, “como é conhecido nos dias atuais”, tal produto após entrar em contato com a água formava uma rocha artificial sólida. Joseph no mesmo ano patenteou-o com o nome de Cimento Portland.

Em 1796, também na Inglaterra, James Parker patenteia um cimento hidráulico natural, conhecido como “Cimento Romano” ou “Cimento de Parker, elaborado a partir da pedra de nome Septaria (com núcleo argiloso) que levadas ao forno, trituradas e peneiradas, são transformadas no referido cimento. Jeferson Bunder, pg.07, 2016

Um grande marco na história do concreto ocorreu em 1824 na Inglaterra, quando Joseph Aspdin, patenteia sua criação com o nome de Cimento Portland, descrevendo a queima do calcário e argila triturados e misturados a altas temperaturas até que o CO₂ fosse liberado. O material obtido era moído obtendo-se um fino pó, porém ainda não se tinha tecnologia para a fabricação do clínquer com as temperaturas atuais. Jeferson Bunder, pg.08, 2016

No Início do século XIX no início de sua existência o Estados Unidos começa a construir e para tal começa a se usar misturas como a de Portland: Em 1850 o cimento Portland era amplamente usado em toda a Europa, e logo foi nesse período que se inicia o uso do aço como reforço para as peças de obras.

O concreto é um material duradouro se for relacionado a compressão, mas quando posto em contato com esforços de tração o mesmo se rompe. Para corrigir tal empecilho o artista Francês Joseph Louis Lambot, que usou arames para fabricar vasos, em 1855 e solicitou patente de seus projetos. Para muitos historiadores Lambot é considerado o pai do Concreto Armado.

A primeira estrutura de concreto armado da América foi uma mansão em Nova York onde foram usadas vigas com barras de ferro.

Em 1870 pedia um material mais forte logo começou-se a especificar o uso de Cimento Portland Europeus nos projetos. Em virtude que tinha maior qualidade se fosse comparado ao que era fabricado até então na América.

Mas em 1874 Dave Seler funda a companhia de cimento Copley. Esse seria o berço da indústria de cimento Americana. Fornos verticais de 30 metros foram instalados, mas logo os fornos estacionários seriam substituídos pelo princípio dos fornos giratórios que encontramos hoje.

Outro grande marco ao longo da história ocorreu quando Joseph Monier executou a primeira ponte de concreto armado do mundo em 1875 na França, com 16,50 metros de comprimento por 4 metros de largura. Monier também realizou uma série de experimentos com o concreto unido ao ferro e sem muito conhecimento teórico patenteou o método de construção de vigas de concreto com armação. Jeferson Bunder, pg.09, 2016

Em 1902 Thomas Edson fundou a usina de Cimento Portland Edson. Ele construiu casas o mesmo construí inúmeras casas afirmando que o sistema duraria séculos. O processo empregado por ele deu errado, mas o cimento é encontrado nos dias atuais.

Um grande marco histórico também ocorreu em 1901, quando foi construído em Paris à Rua Donton, 1, no bairro de Quartier Latin, um edifício de sete pavimentos, com instalação da empresa e residência de François Hennebique, já citado anteriormente. Esta obra é considerada o primeiro Edifício de concreto armado, construído com pilares, vigas e lajes, demonstrando (na época) ser seguro o novo sistema construtivo. Jeferson Bunder, pg.011, 2016

Em 1903 foi erguido o edifício Ilheus em Cincinnati, que para muitos foi o primeiro arranha-céu do mundo. Avia cerca de 70 metros de altura distribuído em 16 andares era duas vezes mais alto que os demais edifícios até então presentes em todo o Mundo.

Logo em 1904 o material toma-se outras proporções de qualidade o concreto era direcionado para um misturador de agregados e os operários recolhiam o produto a fim de ter qualidade na mistura.

Nesse meio tempo o concreto foi usado em moradias pavimentações, aquedutos e canais. Foi o início do ciclo que conhecemos na atualidade.

Continuando no Século XX. Grandes Edifícios no Brasil o primeiro arranha-céu do Brasil foi o Edifício Sampaio Moreira, com 50 metros de altura, construído em São Paulo à Rua Líbero Badaró. Datado de 1924, ele foi projetado pelos arquitetos Christiano Stockler e Samuel das Neves. Seu título durou até 1929, quando o Edifício A Noite, com 102 metros de altura, tomou sua posição no Rio de Janeiro. O Edifício A Noite foi projetado pelo arquiteto Joseph Gire e sua estrutura calculada pelo engenheiro Emilio H. Baugart.

Em 1931 o Edifício Martinelli (Fig.27), assume o posto de Edifício mais alto do Brasil com 106 metros de altura. O Edifício Martinelli foi construído na região central da cidade de São Paulo pelo também engenheiro Giuseppe Martinelli e o arquiteto austríaco Willian Fillinger.

Em 1947 é encerrada a disputa (de forma representativa) até os dias de hoje, com a construção do Edifício Altino Arantes, projetado pelo arquiteto Plínio Botelho do Amaral, também construído na região central de São Paulo, com 161 metros de altura. Jeferson Bunder, pg.011, 2016

Já para os dias de hoje encontramos uma variação considerável de traços de concreto, vou citar alguns dos mais utilizados nos dias de hoje. Essa diversificação se deu origem pela precisão de suprir eventuais falhas e necessidades na mistura, aí começou então os estudos de traços de concreto e suas especificações.

Então como definição pode-se dizer que o concreto é uma pedra maleável como mostra a **Foto: 01**, a baixo. Muito usada na construção civil sendo composta, em geral por materiais como Cimento que é “principalmente, composto do clínquer, uma mistura de calcário, argila e componentes químicos que podem aumentar ou diminuir o tempo de pega a durabilidade entre outros fatores”. Areia, Água e Brita.



Foto: 01, Concreto Sendo Lançado

Fonte: Revista Construa-26/04/2021.

Como retratei a cima essa mistura dá origem então a uma densa massa que ganha resistência progressivamente, formando uma pedra artificial conforme as características mecânicas e arquitetônicas que o perito, “Engenheiro civil, Arquiteto, Técnico Em Edificações” o desejar.

Então levando em consideração as necessidades do ambiente a durabilidade que se deseje alcançar e principalmente a funcionalidade surgiu algumas ramificações dessa mistura cujo estarei dissertando logo a baixo.

Concreto Convencional: Pode ser aplicado em diversos tipos de estruturais. Então como mostra na **Foto 02**, o mesmo pode ser usado desde a fundação até torres de caixa de água. É o concreto comum em que é feito o lançamento manual através de carrinhos de mão, latas, calhas, caçambas. É aplicado em todo tipo de estrutura como: fundações, pilares, vigas, lajes, muros de arrimo, cortinas, caixas d'água. 21 Consistência medida através do ensaio de abatimento em torno 60 mm (± 20 mm).

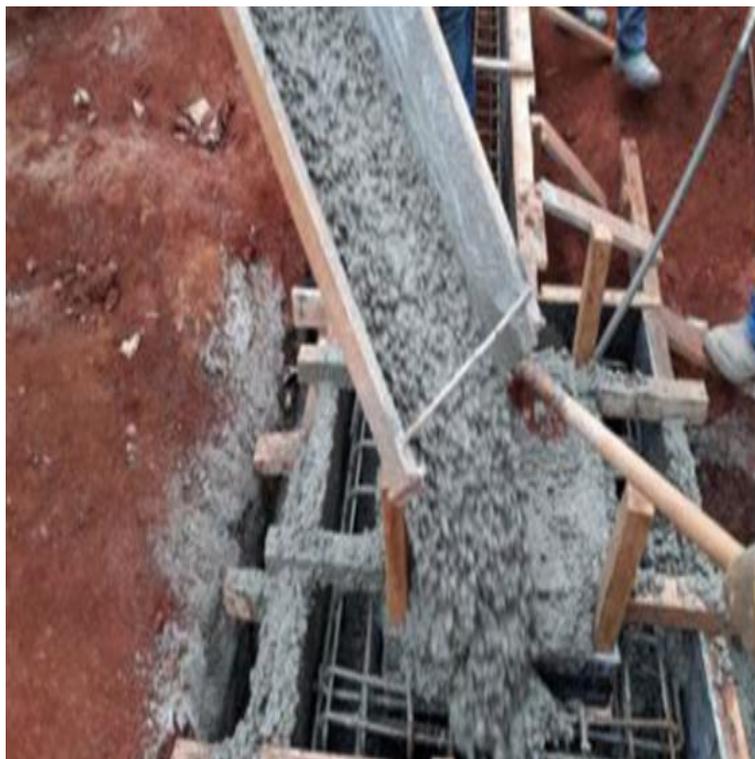


Foto:02, Concreto Convencional

Fonte: Foto De Minha Aatoria,06/03/2021

E ele possui uma consistência seca, então por esse motivo devesse tomar cuidado com sua aplicação em virtude da segregação de materiais. Perante tais fatores se dá a necessidade de vibrar e tomar muito cuidado com o transporte do mesmo.

O **SLUMP TEST** segundo a NBR NM 67/1998 Varia de 40mm e 70mm. Mas a final o que vem a ser esse procedimento. É um dos métodos utilizados para se encontrar a consistência do concreto, então é colocado a massa ainda maleável dentro de uma forma em formato de cone como mostra na **Foto 03**, então no momento que se tira o molde a massa tem a tendência de baixar ou ainda pode-se dizer que a mesma se esparrama.



Foto:03, Execução Do SLUMP TEST

Fonte: Nelso Schneider- 23/07/2020

Feito isso é só aproximasse a forma e então aferir a medida em mm o desvio que a massa regrediu de sua altura. Sendo possível definir a maleabilidade do concreto.

Concreto Bombeável: Leva-se em consideração o que Vieira, pg.18, 2018 encontrou-se em sua análise. Então tem como principal característica a sua alta fluidez, ele permite ser transportado por tubulações via bombeamento, como mostra na **Foto 04**. Muito utilizado em obras verticais que dependem de uma alta concentração de concreto como, por exemplo prédios, arranha-céus, e obra de Arte especial.

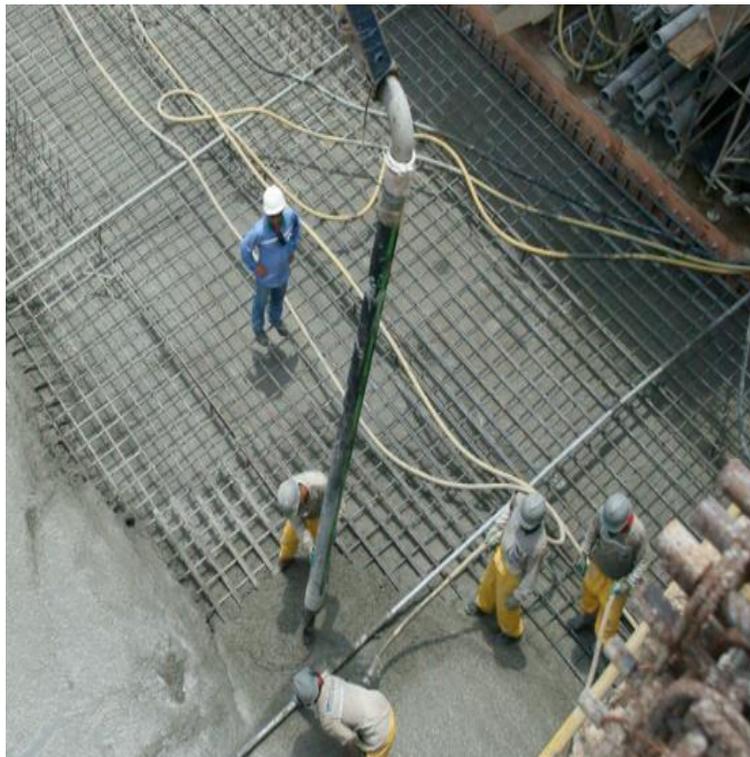


Foto: 04, Concreto Bombeável

Fonte: Blog Sua Obra

Tem como adjetivo a sua alta capacidade de transporte, trazendo economia para a execução do projeto e não acarretando desgaste da mão de obra. Vale lembrar que há algumas especificações para se trabalhar com o mesmo, porém não tenho por objetivo mostrar isso.

Foi um material desenvolvido para que o lançamento na estrutura seja feito de forma mecanizada, através de bombas hidráulicas, podendo alcançar grande alturas e distâncias através de tubulações, reduzindo assim o tempo de trabalho e número de pessoas envolvidas na operação. É um produto de consistência mais fluida para que reduza o atrito interno dentro da tubulação. Consistência medida através do ensaio de abatimento em torno 100 mm (± 20 mm), a fluidez do concreto para ser bombeado, é obtida adicionando maior quantidade de; agregado miúdo, água, cimento e aplicação de aditivos plastificantes.

Concreto a Armado: Tipo concreto caracterizado pela sua baixa capacidade de deformação antes da ruptura. A resistência a tração é muito reduzida quando comparada a resistência à compressão. Com a função de minimizar as limitações é feito o uso de fibras, que podem ser produzidas a partir materiais tais como: aço, vidro, náilon, polipropileno. De forma resumida é a simples adição das

malhas de aço para que o mesmo ganhe mais eficiência em sua tração. E que de certa forma pudéssemos resumir a seção das peças que estivessem em balanço como mostra na **Foto 05**, onde está sendo colocada uma viga pré-fabricada em um vão.



Foto: 05, Concreto Armado

Fonte: Blog Benzor

Esse tipo de material traz alguns benefícios como um baixo custo de manutenção, não tem a necessidade de uma mão de obra qualificada se comparado a outros métodos, podendo ser moldado de diversas maneiras. Como por exemplo sapatas pilares vigas e barreiras de contenção.

Concreto Protendido: O mesmo é semelhante ao “Concreto Armado” porem ele ganha muito mais eficiência aos esforços de tração.

Então esse método consiste justamente em tracionar cordoalhas de aço que podem ser aderente ou não. Isso acaba permitindo um vão mais longo, tanto para vigas quanto para laje, como fica exemplificado na **Foto: 06**, onde se tem uma ampla extensão de cobertura.



Foto: 06, Concreto Protendido

Fonte: UNKNOWN 4/20/2014

Esse método está fazendo muito sucesso já que permite um melhoramento significativo de eficiência das estruturas trazendo assim uma economia significativa.

Auto Adensável: Possui uma grande fluidez, como mostra a **Foto 07**, sabendo-se que seu Slump Test é superior a 200 mm, isso afeta a quantidade de funcionários e acaba garantindo uma alta eficiência, homogeneidade, resistência, durabilidade, facilidade de bombeamento e para isso é imposto aditivos plastificantes.



Foto: 07, Concreto Auto Adensável

Fonte: Pontual Engenharia

Indicado para concretagem de peças com dimensões reduzidas, grande concentração de ferragens. Dispensa o uso de vibradores permite a obtenção de peças bastante compactas sem segregação ou brocas.

Concreto Alta Resistência: Como o nome propõe o mesmo tem uma fator de compressão extremamente superior aos demais e ganha em eficiência já que tem um menor tempo de cura.



Foto:08, Concreto de Alta Resistência

Fonte: Portal Itambé, 04/10/2017

Esse tipo de concreto é muito utilizado em fundações e lajes pilares vigas e outras situações ele é capaz de surpreender na necessidade da obra que seja necessário ter uma maior resistência com um menor volume é consumindo menos tempo que pode gerar economia.

E a resistência do concreto está diretamente relacionada ao fator Água Cimento, então quanto menor esse fator maior a resistência porém baixar esse fator pode afetar de forma direta a elasticidade durabilidade e a permeabilidade. Para garantir a eficiência e evitar problemas com outras propriedades deve-se efetuar um estudo bem detalhado.

Com a passagem do tempo começou a se analisar, mesmo que de forma empírica as patologias no concreto, ai então iniciasse o processo de análise e de estudos sobre as causas.

E descobrem posteriormente materiais que são danosos à composição e ambientes capazes de deferir danos. Esses ataques se deferem originalmente por duas formas, seja ataques químicos ou físicos, onde se tem predominância aos ataques químicos.

Então os danos por ataques químicos se dão origem por substâncias presentes em várias classificações de ambientes. Já os danos físicos geralmente são atribuídos a variação de temperatura mas também pode-se dizer que as chuvas atribuem um efeito de arrasto na superfície muitas vezes deslocando partículas. Mas nesse trabalho vou me deter apenas nos aspectos químicos.

6.2. Observar Diferentes Causas De Patologias Relacionadas Com O Concreto Para Diferentes Ambientes.

A ação do meio ambiente influencia muito na durabilidade do concreto, o local de instalação e os agentes que incidem sobre a estrutura que determina os fatores de deterioração do concreto. Por isso o conhecimento do clima e suas variações são importantes para determinar a escolha correta no projeto da estrutura a ser executada.

Esse problema está relacionado ao ambiente que a estrutura estará aplicada. Pois muitas vezes as obras se encontra em ambiente agressivo, que podem causar fatores, como ataques por ácidos e sulfatos em indústrias, e cloretos em ambientes marinhos, O produto desses danos podem ser vistos na **Foto:08 e 09**. Que afeta o seu desempenho e a durabilidade estrutural da obra.



Foto:09, Ambiente marinho sulfatos

Fonte: Artigo 3ºSPPC1010, pp. 106 – 115, 2018. DOI: 10.4322/2526-7248.010



Foto:10, -Ambiente marinho cloretos

Fonte: Axfiber,2017

Então esse assunto está em ascensão nos dias atuais devido a ser um problema comum. Dentre os ambientes encontramos a seguinte referência.

Há diversas situações em que o concreto está sujeito à agressividade do ambiente. Armazéns de fertilizantes, por exemplo, podem sofrer ataques por sulfatos presentes nos produtos armazenados. Já as estações de tratamento de esgoto colocam o concreto em contato com sulfatos e ácidos agressivos provenientes da decomposição nos tratamentos anaeróbios da matéria orgânica - além do ataque superficial, pequenas fissuras de retração podem acelerar significativamente o surgimento de manifestações patológicas nessas estruturas. Já os ambientes marinhos, por sua vez, são nocivos ao concreto por conta da presença de íons de cloro e sulfatos, além da erosão causada pela água do mar e por resíduos que podem se encrustar nas estruturas. *Téchne* 196 - Julho 2013 .Pg 02.

Outro relato é de Leila Artigas pg.02 também para revista *téchne*, professora do departamento de construção civil da UFPR.

Outra situação que propicia danos ao concreto são alguns ambientes industriais específicos, onde há manipulação de substâncias tipicamente agressivas ao concreto, de caráter ácido, como em fábricas de celulose e papel e abatedouros. "No Sul do Brasil, principalmente em Santa Catarina, onde há uma maior concentração de abatedouros de suínos e aves, a agressividade ao concreto pode ser notada. Além dos ataques químicos - devido ao sangue e a derivados, além de material de assepsia -, há desagregação do concreto devido à baixa temperatura das câmaras frigoríficas. *Téchne* 196 - Julho 2013, Pg 02.

A chuva e a umidade relativa do ar, são fatores que determinam a presença ou não de água no interior dos poros do concreto e provocam a reação de degradação. O grande movimento de absorção e perda de água para o meio ocorre quando da incidência de chuva direta ou elevada umidade do ar. O concreto, por ser material poroso, absorve esta água que fica armazenada no interior da estrutura. Quando a umidade abaixa tende-se ao equilíbrio e a água presente nos poros tende a sair. Neste movimento a água transporta também substâncias havendo uma troca com o meio ambiente.

Dentre esses ambientes temos patologias mais comum em geral acantose na armadura e no concreto, e elas estão relacionadas devido que se houver a perda da resistência do aço, “vulgo Armadura” ou ainda a perda da camada protetora de concreto envolto da armadura, a peça estrutural perde a sua funcionalidade. Colocando em risco todo o projeto, como exemplifica a **Foto:11** a seguir.



Foto: 11, Segregação da camada protetora

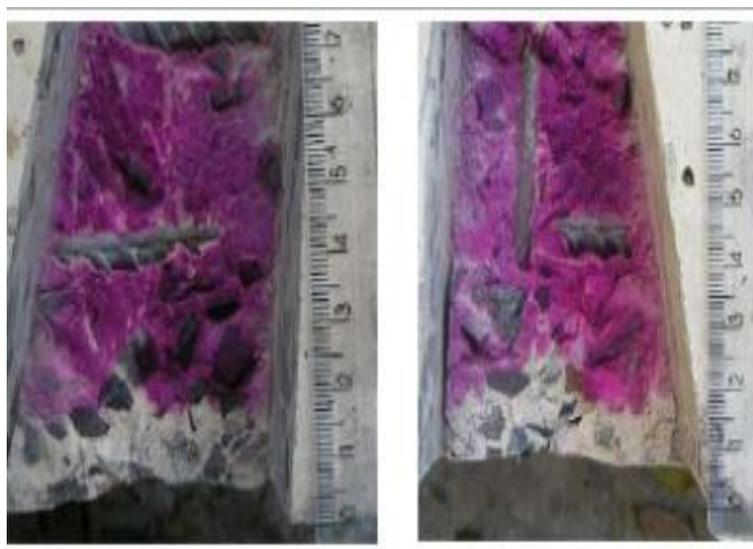
Fonte: De Minha Autoria, 05/03/2021

A primeira patologia em análise será a Carbonatação. Na atmosfera existem várias substâncias agressivas e que devem ser levadas em consideração como fator de degradação das estruturas de concreto armado. O processo acontece devido aos agentes dispersos no meio, o concreto possui um PH altamente alcalino e isso protege a camada passivadora do aço impedindo a corrosão. Mas quando o concreto sofre a carbonatação o seu PH vai ficando mais baixo vai ficando mais próximo do neutro e acaba não conseguindo proteger o aço.

A presença de CO₂ causa a carbonatação do concreto (processo lento e progressivo na continuidade do ataque) e o abaixamento do pH das soluções dos poros para valores próximos de 8, o que pode levar à chamada

despassivação da armadura e sua consequente corrosão. Técnica 196 - Julho 2013. Pg 05

O processo de carbonatação acontece quando o gás carbônico reage com H₂O e a cal livre presente dentro da mistura do concreto que dá origem ao carbonato de cálcio como mostra a **Foto:12** a seguir. Então é por isso que na norma existe um recobrimento mínimo a ser usado. Levando como critério a classificação dos ambientes.



Ensaio de fenolftaleína para avaliação da profundidade de carbonatação do concreto

Foto:12, Processo de Carbonatação

Fonte: Cimento Itambé

Ataque por íons cloretos que também geram a corrosão das armaduras e o concreto, a diferença com a carbonização e que com o cloreto a corrosão é localizada e no Carbonato de Cálcio é generalizada atacando por completo.

Os íons cloretos atacam tanto o concreto quanto a armadura no concreto ele vai reagir com a água formando ácido clorídrico então ele também reduz o PH ele também reduz a camada protetora de concreto para o aço, Como mostra na foto a seguir. Mas além disso ele também age no aço, reage com o óxido de ferro gerando

o cloreto férrico que reage com o hidroxila e forma novamente íons cloreto, e isso acaba se tornando um ciclo que levará a sua estrutura a colapsar.

A velocidade e profundidade da penetração dos íons cloretos nas estruturas de concreto dependem de algumas condições, dentre elas:

- a. A concentração de C3A (aluminato tricalcio) ou C4AF (aluminoferrotetracalcio) presente na pasta de cimento que determina a capacidade de combinação destes compostos com o íon cloreto. Cimento em sua composição que apresentam baixa concentração desses compostos possui pouca capacidade de reação com os íons cloretos (presente na maresia), esta reação que forma um sal complexo insolúvel, cloro-aluminato de cálcio hidratado (sal de Friedel: $C_3A \cdot CaCl_2 \cdot 10H_2O$), que reduz a concentração de íons cloreto livres na solução aquosa que se acumulam nos poros da superfície do concreto.
- b. Fator de água/cimento, adensamento e cura, pois quanto menor a relação de água cimento menor será a porosidade e também menor será a entrada de agente agressivos na estrutura de concreto. O adensamento e a cura possuem um efeito sobre as propriedades de transporte de pastas de cimento endurecidas e conseqüentemente a difusão dos íons cloretos para o concreto. Lembrando que difusão é um fenômeno físico, onde as moléculas por ação da energia térmica se movem constantemente em um fluido, que pode ser líquido ou gás, promovendo a passagem do soluto para regiões de menores concentrações.
- c. Do grau de saturação dos poros e a concentração de íons cloreto na superfície do concreto, pois a penetração de íons cloreto para o interior do concreto ocorre através do fenômeno da difusão e/ou pela sucção capilar da água que os contém e se acumulam na superfície do concreto, quando ocorrem ciclos de umedecimento e secagem. AxFiber- 12/01/2017

Já as eflorescências, que são as manchas brancas na superfície da edificação, formam alguns cristais. Como pode ser visto na **Foto:13** a seguir geralmente são encontrados em pisos baldrame e locais com incidência de umidade.



Foto:13, Eflorescências

Fonte: Pointer Blog, 10/09/2018

Referência: <https://pointer.com.br/blog/wp-content/uploads/2018/09/221691-quais-sao-as-principais-causas-da-eflorescencia.jpg>

Além de causar um aspecto de insegurança para quem olha, a eflorescência é um processo de lixiviação do concreto. Que é a entrada da água no Betão, e esse líquido carrega alguns materiais para a superfície como a cal virgem ali presente, uma vez na superfície isso vai reagir com o gás carbônico presente na atmosfera e é transformado em sal e quando a água evapora fica aquela camada branca como na imagem a seguir.

Então quando isso acontece há uma remoção de composto do concreto, tornando-o mais frágil, então ele começa a perder a sua capacidade de auto proteção, tornando suscetível a ataques de agentes químicos presentes naquele ambiente. Além disso, se o processo for muito acentuado ele pode perder propriedades mecânicas de sua estrutura molecular, tornando-o fisicamente frágil.

Essas patologias também podem ser encontradas em ataques de sulfatos. São íons presentes em águas residuais de indústrias, águas de esgotos, águas salinas e seus ambientes de transição, solos argilosos, entre outros meios.

Logo, os sulfatos penetram no concreto e eles reagem com os componentes do cimento. E o resultado dessa reação é a formação de Etringita e Gipsita que são responsáveis por dar resistência em seu aspecto mecânico. Como pode ser visto na **Foto:14** a seguir.



Foto:14, Sulfatos

Fonte: Blog Blok

Então o problema dessa patologia é o aparição desses produtos após o endurecimento do concreto, pois eles vão se expandir dentro do Betão e vai começar a parecer trincas, fissuras, ocasionando até rachaduras, facilitando então a entrada de mais sulfatos acarretando em mais fissuras e trincas até o ponto que o concreto fica frágil e perde parcial ou por completo a sua capacidade mecânica.

A grande maioria desses problemas pode ser evitado fazendo um concreto de boa qualidade, classificando o ambiente corretamente para que possa se ter uma baixa relação água/cimento estabelecida na ABNT NBR 12655, utilizar recobrimento especificado também estabelecido pela ABNT NBR 6118, 2014, e assim poderá se evitar agentes agressores.

6.3. A influência Das Classes De Agressividade Ambientais E Seus Aspectos De Resistência E Densidade, “CAR E CAD”. Para Com A Durabilidade Do Concreto.

Então este conjunto de variantes empregadas e analisadas na composição do concreto estão diretamente focadas na vida útil que as estruturas poderão alcançar. De forma que para empregar um traço de concreto de maneira eficaz devemos entender alguns aspectos.

Tais como a composição do ambiente do projeto, que é definida em quatro classificações encontradas na ABNT NBR 6118. Classificadas em I (agressividade fraca encontra-se nos ambientes rurais e submersos), II (agressividade Moderada encontra-se nos ambientes Urbanos), III (agressividade forte encontra-se nos ambientes marinhos e industriais), IV (agressividade Muito forte encontra-se nos ambientes com respingos de maré e indústrias). Encontrada na Tabela 6.1 logo a baixo.

E os aspectos mecânicos, classificados em dois conceitos. Tais como o Concreto de Alta Resistência e o Concreto de Alta Densidade.

Tabela 6.1 da ABNT NBR6118-2014: Classes de Agressividade Ambiental.

Tabela 6.1 – Classes de agressividade ambiental (CAA)

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural Submersa	Insignificante
II	Moderada	Urbana ^{a, b} Marinha ^a	Pequeno
III	Forte	Industrial ^{a, b} Industrial ^{a, c}	Grande
IV	Muito forte	Respingos de maré	Elevado

^a Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

^b Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Contudo, essas são as classes de agressividade, que acabarão distribuídas em função do risco de agressão que o terreno possa oferecer. Mas para aplicar essas devidas informações usa-se uma segunda tabela que seria a Tabela 7.1, que estabelece os percentuais de água em função do cimento a ser usado.

Tabela 7.1 da ABNT NBR 6118-2014.

Tabela 7.1 – Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto

Concreto ^a	Tipo ^{b, c}	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

^a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.

^b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.

^c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

Para a tabela 7.1 entende-se que a mesma nos forneça a relação entre água e cimento ou também conhecido pela literatura como fator “A/C” além da correlação, das classes de agressividade e nos proporcionar o percentual de água previamente seguro, cujo também nos fornece uma estimativa das Classes do Concreto em Resistência Característica ou explanada na literatura como “Fck”. Para não advém de complicações futuras.

A resistência por sua vez depende de vários elementos, porém o mais importante é o fator água/cimento “(a/c)”, logo como já citei este fator é a correlação do peso de água com o peso do cimento. Quanto menos acentuado for o volume deste fator mais elevada será a resistência oferecida pelo concreto, logo a sua vida útil também será mais ampla.

Quem primeiro relatou esta dependência foi Abrams, pg.03 em um de seus trabalhos que foi publicado em 1918. Abrams demonstrou baseando-se em pesquisas executadas em laboratórios que a resistência do concreto depende das propriedades da massa do cimento endurecido, a qual por sua vez, é uma função linear ao fator água/cimento (a/c).

A lei de Abrams é usada para a formação da curva de correlação do fator água/cimento em virtude de uma dada resistência à compressão do concreto para um posterior período de tempo, “o tempo de cura que é encontrado na literatura nacional é algo próximo a 28 dias”. Para peças pré-fabricadas de concreto é conveniente se ter as curvas, entre as idades de 1, 3, 7 e 28 dias.

A expressão analítica da Lei de Abrams, pg.08, pode ser representada pela equação (1).

$$\sigma = \frac{A}{B^{(a/c)}}$$

Eq. (1)

Onde: σ = Resistência à compressão do Concreto

(a/c) = Relação água/cimento

A= Uma constante que assume valores de ordem de 1.000

B= Constante variável e dependente da idade e qualidade do aglomerante.

No que se refere à durabilidade, Paulo Helene, pg.11, 2011 diz em seu trabalho que, Petrucci (1979) sugere a utilização de valores máximos para a relação água/cimento adotados em função do tipo e grau de exposição da estrutura no ambiente.

Então é respeitado como parâmetro para encontrar o porcentual de água para fazer o concreto conforme as classificações da Tabela 6.1.

Para um melhor entendimento pode-se dizer que o fator, “A/C = Água/Cimento”, deve ser usado para criar um concreto eficiente.

E a lei de Abrams auxilia para se ter parâmetros de resistência à compressão do concreto, saber se o mesmo atingiu o esperado.

Essas informações ajudam em virtude de possibilitar parâmetros para que não se tenha uma taxa de vazios elevada. Isso implica de forma que com o processo de cura, há água do concreto hidratará toda mistura de formando uma cadeia de reações químicas que gera calor, que termina em sua maioria sendo transformada em gases. Quando essa água é evaporada ela deixa um vazio entre as partículas, que

mais tarde outros líquidos ou agentes agressores que podem danificar a peça estrutural.

Sabendo os efeitos de uma má classificação de ambiente pode-se concluir que um concreto muito poroso ou com elevada taxa de vazios para ambientes com risco de agressão alta, não é desejável, em virtude que facilita a entrada de agente no seu núcleo.

Portanto, é de elevada importância que o fator A/C seja o mais próximo possível ao fator de hidratação do concreto, algo em torno de 25% do volume da peça. Mas para se reduzir tais proporções apenas se é alcançado com a ajuda de aditivos super concentrados.

Aí vem a ideia de um Concreto De Alta Densidade ou Concreto De Alta Resistência. Onde o CAD busca maior densidade e consecutivamente resistência a intempéries com alta durabilidade de tempo e o CAR Busca alta resistência a cargas sem se levar em conta os materiais usados e sua porosidade.

Até a década de 80, o principal critério para avaliação de um concreto, que se presumia-se de bom desempenho era a resistência à compressão MEHTA & AITCIN (1999). Em virtude das inúmeras manifestações patológicas que vêm ocorrendo nas construções civis atuais, houve necessidade de uma revisão profunda nos conceitos de durabilidade e desempenho dos materiais usados nestas construções. Hoje em dia, sabe-se que desempenho e durabilidade são fatores básicos para que se possa afirmar que um material tem ou não qualidade. Esses fatores são ligados entre si, pois pode-se dizer que o desempenho do material significa seu comportamento em uso e durabilidade de um material diz respeito à conservação do desempenho deste ao longo de sua vida útil. Instituto Brasileiro do Concreto, pg. 05,2001

A resistência à compressão de um concreto de alto desempenho varia de 40 até 120 MPA. Há uma certa divergência no meio técnico sobre a classificação em geral, mas na literatura nacional expressa em nossas normas encontra-se que a partir de 40 MPA já é considerado um concreto de alto desempenho tendo uma elevada resistência à compressão e também uma ordem de resistência à tração na casa de 5% a 7%, podendo flutuar devido a quantidade de cimento usado no concreto.

Então o CAD é usado em obras especiais, há estudos que revelam que o mesmo pode ser usado em prédios de médio porte. Dependendo apenas da qualificação dos profissionais que o empregam para que a edificação seja viável.

Entre outras características positivas que o CAD pode oferecer, dá para-se destacar, o disforme altamente rápido das peças, diminuição na quantidade e metragem das fôrmas, maior rapidez na execução da obra, além de reduções do peso próprio das estruturas, taxa de armadura, custos, resistência a abrasão, baixa impermeabilidade, alta durabilidade resistência a ataques químicos trabalhabilidade, e por último a alta resistência à compressão.

Mas ainda nos dias de hoje só é empregado em construções de grande importância financeira, pois devido a sua composição de acréscimos de aditivos o mesmo se torna mais caro e quando não se tem profissionais aptos o mesmo se torna retardatário perante o convencional.

Então o concreto de alta resistência ou (CAR) que tem por princípio atingir sua resistência mecânica, com pouco tempo após a aplicação e elevar a taxa de resistência à compressão, não leva em relação aos seus agregados então há uma taxa de porosidade mais elevada perdendo sua impermeabilidade. Tem por característica ser superior ao concreto convencional, embora não atinja o mesmo patamar que o CAD. O mesmo deve ser usado em obras que exigem ser mais ágeis, devido a fatores como por ser mais rápido a atingir a sua resistência, esse concreto agrega benefícios indiretos ao construtor, como a redução dos custos.

Então o CAR começou a ser empregada a partir de 1970, o Betão de alta resistência era aquele que atingia elevada resistência à compressão ou (fck) superiores que 40 MPa, enquanto o concreto comum tinha resistência variante de 20 até 25 Mpa, já que não se tinha um controle de qualidade eficaz.

Perante tais aspectos o avanço na resistência está ligado a estudos que mostram a utilização de baixa relação água/cimento. No entanto o A/C impacta em outras características do Betão, como a permeabilidade, o módulo de elasticidade, e aspectos ligados à vida útil do concreto.

6.4. Como Age Os Aditivos Superplastificantes E suas Adições De Minerais No consumo De Cimento, Trabalhabilidade e Resistência.

Os aditivos são hoje em dia fundamentais na tecnologia do concreto e podem ser considerados como o quarto componente do concreto. Todo concreto originário de usinas dosadoras possui ao menos um tipo de aditivo em sua composição. (CARVALHO, pg.73. 2012).

Os aditivos são divididos, conforme NBR 11768/2011, em 7 categorias:

- Alta redução de água/superplastificante tipo I;
- Alta redução de água/superplastificante tipo II;
- Acelerador de pega;
- Acelerador de resistência;
- Incorporador de ar;
- Redutor de água/plastificante;
- Retardador de pega;

Apesar de serem divididos em variadas categorias, e todos possuírem uma ampla finalidade de alterar as características mecânicas e hidráulicas do concreto em sua fase inicial ou final do devido produto, elevando as suas características qualitativas ou até corrigindo pontos localizados de deficiência que o produto “concreto” possa ter.

Então conforme o que se diz a NBR 11768/2011, os aditivos plastificantes e superplastificantes podem interferir no período de cura. Quanto ao tempo de pega, os plastificantes são considerados: tipo PR, quando retardador de pega; tipo PA, quando acelerador; e tipo PN, quando não tem função de modificar o tempo de pega.

A bases de parâmetros de resistência, fator a/c (água/cimento), abatimento e consumo de cimento, encontrados através das “leis de comportamento”, foram integradas ao método de dosagem EPUSP/IPT através do Diagrama de Dosagem encontrado na (Figura 1), encontrado no Manual de Dosagem e Controle do Concreto.

O diagrama de dosagem (Figura 1) é uma unificação das três “leis do comportamento”: lei de Abrams, lei de Lyse e lei de Molinari.

A lei de Abrams: A relação água/cimento é a base fundamental do concreto estrutural, uma vez dosada a relação água/cimento, e definidos certos materiais, a resistência e a durabilidade do concreto passam a ser únicas. ABRAMS/1918, apud HELENE; TERZIAN, 1992, p.58.

A dosagem de água do concreto está relacionada ao fator de hidratação do cimento, sendo fundamental para a cura, e também relacionada à porosidade do concreto. Porosidade essa que é inversamente proporcional à resistência do concreto. Assim, a resistência à compressão axial F_{cj} é inversamente proporcional ao fator a/c ABRAMS/1918, apud HELENE; TERZIAN, 1992, p.60.

O fato de se adicionar água em uma mistura já estabelecida provoca perda de resistência à compressão e aditivos plastificantes podem ser utilizados como uma forma segura de correção da funcionabilidade do Betão.

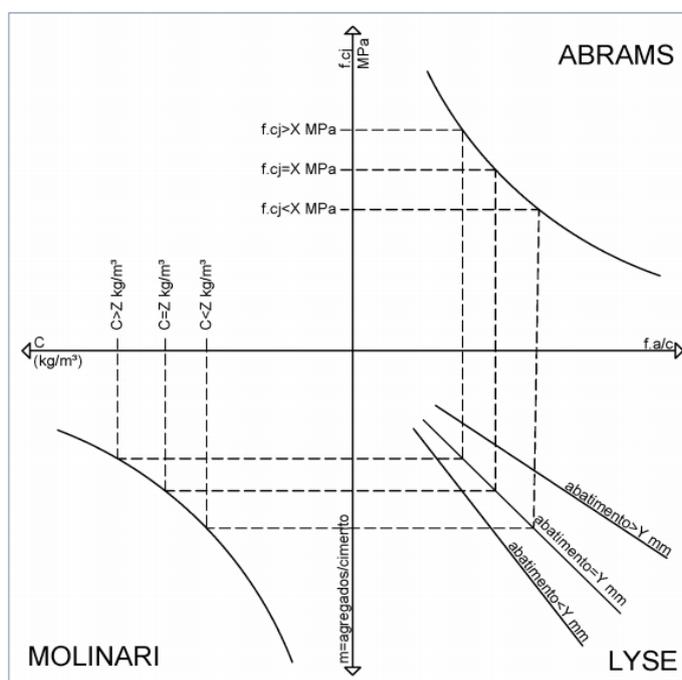


Figura:1, Diagrama de dosagem

Fonte: Dosagem E Controle De Qualidade Do Concreto

Referência: HELENE e TERZIAN, 1992

A lei de Lyse: NBR NM 67/1996 define o método do abatimento do tronco de cone (slump test) para determinar a consistência do concreto fresco através da medida de seu assentamento. Teste que pode ser realizado em campo, e pode ser considerado como uma forma de determinar índice de trabalhabilidade do concreto.

Na dosagem, deve-se procurar o máximo de trabalhabilidade sem prejudicar as outras condições técnicas do concreto. Um abatimento muito grande (característica de um concreto com muita água) causará uma maior porosidade e conseqüentemente uma resistência menor. Assim como um concreto com baixo abatimento pode atrapalhar o adensamento, causando maior porosidade CARVALHO, pg.245, 2012.

A trabalhabilidade depende da quantidade de água do concreto quando fixadas as quantidades de cimento e agregados. Assim, para uma mistura de fator A/C com propriedades lineares, pode-se de certa forma variar a trabalhabilidade verificada no abatimento do tronco de cone através de alterações na proporção entre agregados e cimento.

A lei de Molinari: Nos diz que o concreto passa a ser mais econômico quanto maior a dimensão máxima característica do agregado graúdo e menor o abatimento do tronco de cone. Helene e Terzian pg.68, 1992.

A lei de Molinari nos mostrou em seus trabalhos que o consumo de cimento do concreto é definido pela relação entre agregados/cimento. Essa correlação foi incluída no diagrama de dosagem para expressar a viabilidade econômica de um concreto.

Esse ato de adição de minerais e plastificantes tem por base preencher os vazios produzidos pelos agregados, de forma a diminuir ao máximo a porosidade e aumentar a densidade, salientou que um concreto com baixa porosidade é um concreto com baixos índices por problemas com ataques químicos.

Um dos materiais mais usados em todo o mundo para alcançar tal efeito é a Sílica Ativa Nomeada pela Literatura Nacional, ou ainda Sílica Fume nomeada pela Literatura Internacional através de órgão como o próprio Ibracon. Então através da representação a seguir podemos ter uma noção como esses agregado se comporta perante sua adição.

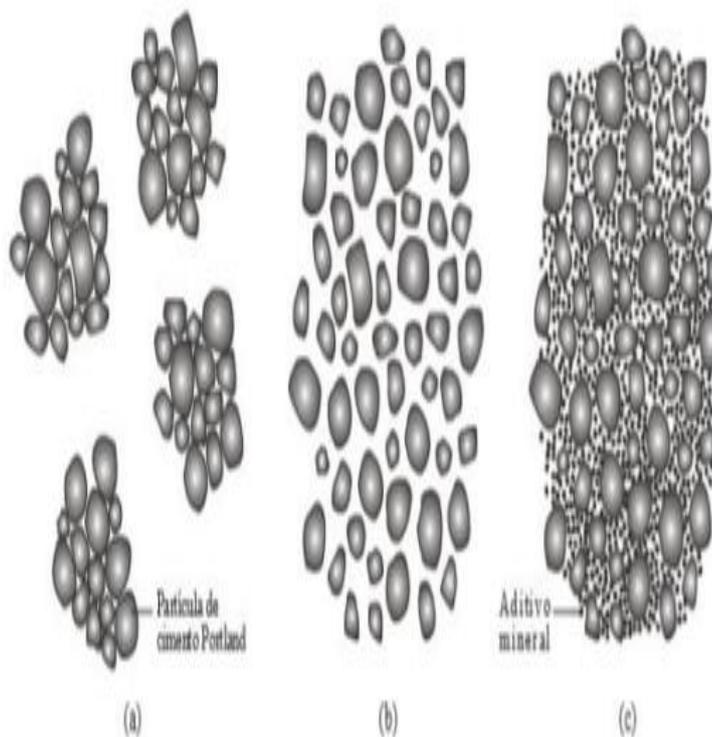


Figura:02, Agrupamento de Minerais

Fonte: Universidade Federal De Pernambuco.

Referencia:

https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcT2lwBqyiRU1yhk58rcQc2k5vclMV8_DhTbiw&usqp=CAU

Já os Superplastificantes atuam como dispersantes para evitar a segregação das partículas. Melhorando as suas características de fluxo.

Inicialmente, quando se faz a mistura do cimento com a água, a água faz com que as partículas de cimento se atraiam. Quando é feita a adição do superplastificante ele quebra a atração entre as partículas de cimento em virtude de se ter uma carga magnética semelhante à água, ou seja duas cargas com mesma polaridade acabam se repelindo.

Ai os cristais após estarem envoltos pelo superplastificante, então ocorre a hidratação da mistura. Sendo preciso se ter uma correta proporção para que o haja o que se é esperado por suas características primárias. O endurecimento.

Na imagem a seguir podemos ver todo o processo.

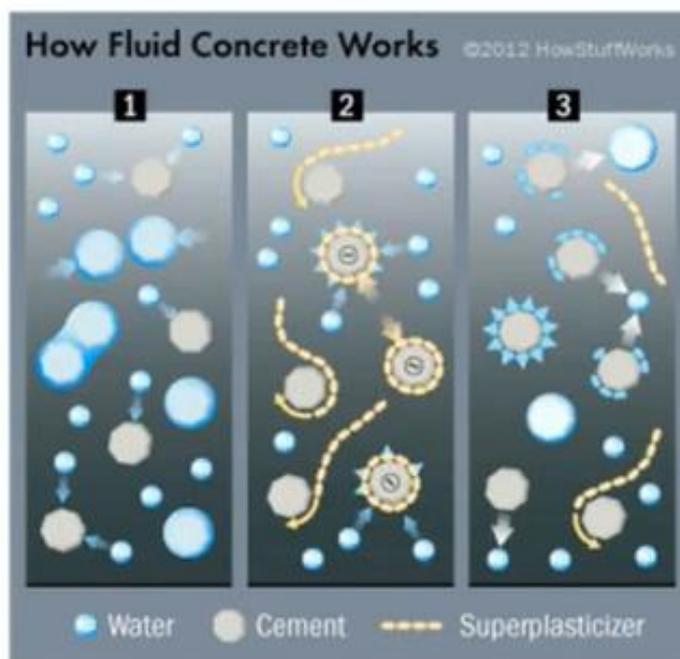


Figura:03, Comportamento da Adição do superplastificante **Fonte: How Fluid Concret Works**

Referencia:

<https://media.hswstatic.com/eyJidWNrZXQiOiJjb250ZW50Lmhzd3N0YXRpYy5jb20iLCJrZXkiOiJnaWZcL2ZsdWlkLWNvbmluZXZXRILWlsbHVzLmpwZyIsImVkaXRzIjp7InJlc2l6ZSI6eyJ3aWR0aCI6MjkwfX19>

Em virtude desses estudos e constatações ganhou-se força a ideia da busca por materiais com resistências e durabilidade ainda superiores aos já existentes. Como os concretos Poliméricos que fazem parte da classe de Concretos Especiais.

6.5. Buscar Concretos Com Diferentes Elementos Em Sua Composição Como Polímeros. Que Possa Ter Resistência As Futuras Intempéries Correlacionadas.

O concreto convencional executado na obra é muito utilizado na construção civil, seja para assentar tijolos cerâmicas, proteção mecânica através do reboco e emboço ou execução de estruturas.

Porém o concreto convencional tem suas limitações, e é aí que entra a utilização de polímeros que modificam quimicamente a sua composição, impondo uma esfera de atuação ampla.

Como vimos anteriormente, o concreto convencional, conhecido como (CC) não é um material perfeito. Pois o mesmo acaba sofrendo inúmeros danos patológicos, quando se tem ambientes propensos a reação química.

Então devido a essas características nocivas, começou-se a buscar materiais mais resistentes, como a denominada categoria de Concretos Especiais. Cuja sua composição depende diretamente do ambiente onde será executado.

Os concretos poliméricos inicialmente eram apenas empregados para reparos em virtude de seu alto custo financeiro. Mas hoje devido à industrialização crescente, o mesmo começou a se tornar acessível e competitivo.

Então o concreto polímero por definição é de origem orgânica ou artificial que substitui o cimento. E é dividido em três classes.

- Concreto Impregnado De polímeros CIP.
- Concreto Modificado Polimérico CMP.
- Concreto Polimérico CP.

Essa é uma ideia antiga de onde se tem relatos desde 1923, cujo era aplicado o látex como polímero para executar vias de transição como os calçamentos.

A origem da composição dos polímeros nos dias atuais se dão de três formas, sendo a base de:

- Látex, (de origem Orgânica).
- Secos ou Redispersíveis a base de, (Acetato De Etileno E Vinil).
- Solúveis em água que são os (Álcool Polivinílico).

Então tem por características o aumento de resistência à tração, à flexão, ao impacto, à abrasão, química e impermeabilidade. Além de torná-la mais líquida em seus aspectos gerais, ocorrendo uma facilidade em sua aplicação.

Então o polímero atua como um redutor de água tornando o concreto mais forte e com menos vazios. Restringindo a propagação de fissuras.

Melhora a aderência do concreto a diferentes superfícies como alvenarias tijolos, madeiras espuma de poliuretano, vidro e metais. Então isso ocorre devido ao processo de adesão química e não apenas à adesão física.

Então é importante lembrar que não se deve desprezar o espaço de cura mesmo que seja um período curto.

Sobre sua história, na década de 50 começou-se a comercialização do concreto polímero e do concreto modificado com polímero.

Só na década de 70 surge o Concreto Impregnado Com Polímero.

Alguns trabalhos analisaram a influência da modificação do concreto com látex no desenvolvimento de superfície de pasta. Estes trabalhos indicaram que esse procedimento não ocasiona prejuízo algum ao na taxa de hidratação do cimento. STORE, 1991 estudou a resistência à compressão em concretos modificados com látex e concluiu que esta propriedade é altamente influenciada pelo teor e tipo de latex empregado, bem como da quantidade de monômeros que formam os polímeros.

FERREIRA, O. P. avaliou três sistemas para proteção superficial de corpos de prova de argamassa de cimento Portland: epóxi A, epóxi B e poliuretana de origem vegetal e observou que a utilização de resina poliuretana obtida de óleo vegetal mostrou ser viável tecnologicamente, com condições de tornar-se uma alternativa aos sistemas tradicionais existentes no mercado, apresentando notável capacidade de proteção em meios ácidos.

Segundo estudos de GORNINSKI, J. P. e KAZMIERCZAK, C. S. sobre avaliação da resistência química de concretos poliméricos, todas as composições em estudo não sofreram alterações físicas em suas superfícies e nem mesmo perda de massa significativa. Constatou-se diminuição da resistência à tração na flexão das amostras submetidas aos meios agressores, entretanto, mesmo nas amostras cuja resistência sofreu maiores decréscimos, os valores remanescentes são muito maiores do que aqueles observados, usualmente, em concretos produzidos com cimento Portland. Garcia, Pg.04, 2014

Referente a especificações técnicas. As mesmas ainda não foram elaboradas pelos órgãos competentes de nosso País, todavia baseamo-nos em normas estrangeiras como: ASTM D6783- STANDARD SPECIFICATION FOR POLYMER CONCRETE PIPE, e a ASTM C1312-STANDARD PRACTICE FOR MAKING AND CONDITIONING CHEMICAL-RESISTANT SULFUR POLYMER CEMENT CONCRETE TEST SPECIMENS IN THE LABORATORY.

- **Concreto Impregnado De Polímeros CIP:** O concreto impregnado por polímeros como o nome propõe, é geralmente composto por agregados poliméricos como o EPS e o Poliéster, Náilon a lã de ovelha e até a própria Seda.

A variação quantitativa foi expressa nos trabalhos de forma empírica, ou seja tentativa e erro até que se atinja um percentual aceitável. Para que a mistura de concreto e polímeros chegue o máximo de eficiência possível. Como mostra na **Foto:15**, os agentes poliméricos são misturados a massa de forma não linear.



Foto:15, Concreto Impregnado Por Polímeros

Fonte: Concrepav

Sabe-se que o polímero tem um alto custo, e quando se pode reduzir a quantidade de aglomerante assegurando sua eficiência, aí sim se torna um produto mais viável.

O concreto impregnado de polímero é um concreto de cimento Portland hidratado no qual impregna um monômero, para posterior polimerização. O monômero mais utilizado é o metil-metacrilato. Geralmente, são feitas aplicações de 1,5% a 2,5%, em peso e espessuras de 6 a 38 mm. O uso deste material faz com que se consiga uma boa durabilidade para as estruturas. Garcia, Pg.03, 2014

Segundo Fowler, pg.665, o Concreto Impregnado com Polímero (CIP) foi o primeiro compósito, concreto-polímero a receber intensa divulgação publicitária. Apesar das excelentes propriedades, como resistência mecânica e durabilidade proporcionada ao concreto, têm poucas aplicações comerciais. Destacam-se outras propriedades, como resistência ao congelamento e descongelamento e a ataques químicos ácidos.

E constatou-se um excelente habilidade de adesão a um concreto já desgastado. Se tornando um atrativo para recuperação de estruturas danificadas com mostra a **Foto:16**, onde se está sendo executado reparos, possíveis juntas de dilatação.



Foto:16, Concreto Impregnado Por Polímeros

Fonte: Cimento Itambé

- **Concreto Modificado Polimérico CMP:** O concreto modificado por polímeros teve sua origem na adição de resinas como o próprio Látex, ou ainda a adição de materiais que pudesse auxiliar na liga como o próprio Epóxi. Mas em geral usou-se materiais oriundos de origem orgânica como as resinas, devido que o polímero vem como um fator de correção para auxiliar na pega e outros propósitos.

O CMP também pode ser chamado concreto de cimento portland polimérico ou ainda concreto de cimento portland modificado por polímero (CMP) é um CC de cimento portland, feito com a substituição de parte da água por polímeros de origem orgânica como já pudemos detectar. Os polímeros mais utilizados são: copolímero estireno butadieno, copolímero estireno acrílico, poliacetato de vinila e o poliepóxido.

Os polímeros mais usados hoje são à base de látex, definidos como partículas de polímero orgânico dispersas em água. Sendo aplicado em todos os tipos de construções como mostra a **Foto:17**. Sendo usado desde as vias de transição rodoviárias até as barragens e pontes.



Foto:17, Concreto Modificado Por Polímeros

Fonte: Aglodirect

Como pode-se presenciar na Foto:16 está sendo corrigido uma falha de retração do concreto com o uso de Graute que é um concreto modificado por polímeros que atinge altas resistências. Como podemos constatar é uma massa mais líquida que acarreta em uma característica auto nivelaste e assim não precisará vibrar a fim de corrigir possíveis falhas.

O concreto modificado com polímero é usado para melhorar propriedades como aderência do reparo ao concreto do substrato, aumentar a flexibilidade e a resistência a impactos, melhorar a resistência à percolação de água e de sais dissolvidos na água. Dos diversos tipos de polímeros, o mais adequado ao uso para concreto modificado com polímero é por polimerização de emulsão. Para restauração do concreto, os de melhores desempenho são estireno butadieno e látex acrílico. Garcia, Pg.13, 2014

O CMP pode ter uma variabilidade de aplicabilidade muito grande com diversos afins de aplicação.

Um deles é a argamassa polimérica com inibidor de corrosão. Muito usado para inibir a corrosão tradicional de armaduras de forma que não chegue os eletrólitos

até a armadura ou seja a malha estrutural, como mostra a **Foto:18**. A sua aplicação é direta na malha de forma que se crie uma película protetora.



Foto:18, Argamassa Polimérica Com Inibidor De Corrosão

Fonte: Revista Boletim Do Gerenciamento

Como também na própria recuperação de corrosão aplica se a argamassa polimérica, “Graute” em virtude da sua superioridade na aderência comparado ao CC, como mostra na **Foto:19**, e pela mesma ter propriedades que inibem fissuras na borda dos reparos pelo efeito de retração. Isso tudo é feito para que a camada protetora da armadura volte a existir de forma mais impermeável possível como mostra na **Foto:20**.



Foto:19, Graute

Fonte: Blog Usimassa



Foto:20, Graute

Fonte: Driprotec

A impermeabilização da face de uma estrutura como mostra a **Foto:21**, através dos famosos impermeabilizantes semi-flexíveis. Logo também se enquadram nos concretos modificados por polímeros nas argamassas modificadas que promovem a impermeabilidade por pouca espessura.



Foto:21, Impermeabilizantes semi-flexível

Fonte: Soluções Industriais

- **Concreto Polimérico:** O concreto polimérico é uma mistura no qual o agregado é colado com o aglomerante polimérico. Nesta mistura o polímero é o aglomerante de forma que substitui a o cimento, ou seja os concretos representados por esta classificação não contém a fase de hidratação do cimento portland, embora o cimento portland possa ser usado como agregado por isso ele ganha uma coloração diferenciada como na **Foto:22**. Para este processo eliminasse a adição da água.

Os monômeros mais utilizados são: metacrilatos, epóxi, furfural, estireno, trimetilpropano de trimetacrilato, poliéster insaturado e éster de vinil.

Logo tendo estes materiais em sua composição o concreto se torna um material quimicamente resistente a ácidos e álcalis. O concreto polimérico executado

pelos métodos de mistura e moldagem similares aos de instalações que utilizam concreto tradicional de cimento Portland.

As principais características do CP são as suas elevadas resistência mecânica e química, sendo usado nas construções de plantas onde se utilizam ácidos em altas concentrações.

O CP ainda possui resistência a uma ampla gama de solventes, óleos e sais ácidos com pH de 0 a 14. Todavia é recomendado para cubas eletrolíticas, bases de bombas, suportes, reparos, pisos, canaletas pré-fabricadas ou moldadas in loco, bases de equipamentos em instalações de indústrias químicas, fábricas de celulose e papel, estações de tratamento de efluentes, plantas de refino de metais não-ferrosos, plantas de fertilizantes, entre outros.



Foto:22, -Concreto Polimérico

Fonte: Cotanet

A produção do CP é feita através da mistura de um ou mais monômeros no estado líquido ao sistema de agregados. Aceleradores e catalisadores de polimerização, são empregados na mistura para completar a polimerização dos monômeros.

Os agregados mais utilizados são: areia silicosa, granito, cascalho de rio, basalto, cinzas volantes, carbonato de cálcio e pó de sílica. Os agregados devem ser secos (menos que 0,2% de umidade) e livres de presença de sujeiras e de materiais orgânicos.

A coesão superficial influencia no estado fresco do concreto. Agregados lisos oferecem maior funcionabilidade à mistura e requerem menor quantidade de resina para envolvê-los.

Em outro estudo realizado pela senhora Jane Kazmierczak, pg.105, a mesma diz que o "trabalho apresenta uma avaliação da resistência química de concretos poliméricos". Todavia o estudo debandou dois tipos de resina poliéster insaturada, uma isostática e outra ortostática. Ainda referente ao estudo foi utilizado de quatro diferentes concentrações, totalizando oito composições químicas de concretos.

Teve materiais que foram postos com soluções alcalinas e salinas continuamente responsáveis por causar danos corrosivos em ambientes industriais. Todas as variações em análise não sofreram danos físicos em suas superfícies e nem mesmo perda de massa significativa.

Jane Kazmierczak, pg.105, ainda diz que houve diminuição da resistência à tração na flexão das amostras submetidas aos meios agressores, todavia, mesmo nas amostras que resistência foi afetada, os resultados encontrados são superiores do que aqueles encontrados, frequentemente, em concretos de origem de cimento Portland.

Através de análise probabilísticos, observou-se que o tipo da resina, a quantidade de resina e a classificação da solução exercem reações significativas sobre a resistência química dos concretos poliméricos.

Os concretos de resinas poliéster dos tipos exoftálmica e ortostática apresentaram elevados valores de resistência à compressão e à tração na flexão. De modo geral, percebe-se que com o aumento do teor de resina há elevação na resistência. Os valores de resistência à tração na flexão obtidos superaram os 20 MPa e são elevados se comparados aos comumente obtidos pelos concretos de cimento Portland. Observa-se também que a resistência à tração na flexão dos concretos polímeros ficou em torno de 22% dos valores da resistência à compressão. Os compostos avaliados apresentaram resistência química elevada ante os meios salino e alcalino.

Não foram observadas perdas de massa e nem alterações significativas nas superfícies das amostras, porém se constatou perda de resistência, sendo mais significativa no meio alcalino, nos concretos de resina poliéster ortoftálica. A análise estatística evidenciou que os fatores tipo de resina, teor de resina e tipo de solução exercem efeito significativo sobre a resistência à tração na flexão dos concretos polímeros submetidos a ataque químico. Kazmierczak, (pag.112- 2008).

7-CONCLUSÃO

Este trabalho investigou o comportamento de concreto através de possíveis características que impedissem a propagação de patologias. No início fui em direção a um caminho que entendesse os fatores que causavam as patologias Ambientais. Então, após entender como funciona a composição dos concretos, a classificação dos ambientes e as formas de corrosão, ficou mais fácil identificar os problemas relacionados.

Acredito que para resolver um problema primeiro deve-se conhecê-lo, saber as suas origens, conhecer sua extensão, e só após abordá-lo. Para o devido estudo entendi que o problema em contexto e evitar a entrada da água e do oxigênio já que são os agentes que transportam os reagentes. O meu objetivo principal foi encontrar materiais que fossem expostos a agressões e não sucumbissem, em virtude que é impossível elaborar uma mistura sem que haja uma incidência de porosidade.

Para tal fim encontrei os concretos poliméricos que representam uma nova geração de concretos. Estudos têm sido direcionados para a inserção desta variação de produto no mercado, já que esses materiais apresentaram características atrativas tais como o tempo de cura e melhor proporção à resistência/peso, flexibilidade e abrasão.

Com essas características e os avanços nos estudos na área, o concreto polimérico tende a se tornar um material altamente atrativo para a construção civil com boa aceitação no mercado. Acredito que não muito distante dos dias atuais haverá uma reviravolta no consumo de concreto e os polímeros assumirão em sua maioria a responsabilidade por executar os projetos. Levo apenas o fato de ser um produto altamente projetado buscando a tão procurada durabilidade suprema.

8-Referencias

ABNT NBR 61-18:2007. 26/09/20

<https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-de-edificios/abnt-6118-projeto-de-estruturas-de-concreto-procedimento>

Acesso: Março/2021

ABNT NBR 126-55:15/02/2015

http://files.israel-tecnico-qualidade.webnode.com/200001290-4323c441bd/NBR%2012655%20-%2015_aula.pdf

Acesso: Março/2021

ABNT NBR 11768: Aditivos químicos para concreto de cimento portland - requisitos, Rio de Janeiro, 2011

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12654:1992: Controle tecnológico de materiais componentes do concreto. Rio de Janeiro, 1992.

ABNT NBR 8953-1992

https://www.academia.edu/14164366/NBR_8953_1992_Concreto_para_fins_estruturais_Classificacao_por_grupos_de_resistencias

Acesso: Março/2021

José de Almendra Freitas Jr. Mestrando. 26/09/20

<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/2569/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Jos%C3%A9-Freitas-Jr.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Acesso: Abril/2021

MENDES, S. E. da S. M. 26/09/20

Estudo experimental de concreto de alto desempenho utilizando agregados graúdos disponíveis na região metropolitana de Curitiba, Dissertação de Mestrado, ST/PPEC/UFPR, 2002, 146 p.

O CONCRETO: SUA ORIGEM, SUA HISTÓRIA. Jeferson Bunder, 2016

https://www.academia.edu/30709030/Concreto_Sua_origem_sua_historia

A Evolução do Concreto Armado, Luís Fernando Kaefer, dezembro – 1998

<https://www.feb.unesp.br/lutt/Concreto%20Protendido/HistoriadoConcreto.pdf>

Acesso: Abril/2021

Revista Construa-26/04/2021.

<https://revistaconstrua.com.br/noticias/engenharia/concreto-sem-cimento-revoluciona-construcao-civil-e-protege-o-ambiente/>

Acesso: Abril/2021

Ambientes agressivos- Técnica 196 - Julho 2013 .Pg 02.

<https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/05/pini.pdf>

Acesso: Maio/2021

Ataque em estruturas de concreto por ação de cloretos- AxFiber- 12/01/2017

Nelso Schneider- 23/07/2020

<https://nelsoschneider.com.br/slump-test/>

Acesso: Maio/2021

ESTUDO DA DOSAGEM DE CONCRETO DE ALTO DESEMPENHO -
COMPARATIVO DE CUSTOS Instituto Brasileiro do Concreto, 2001

<http://www.padrao.eng.br/padrao/downloads/2001-IBRACON->

comparativo_de_custos-concreto_de_alto_desempenho.pdf

Dosagem e Controle da Qualidade de Concretos Convencionais de Cimento Portland- Resena-2011

<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=mJVfxvZnHa4C&oi=fnd&pg=PA11&dq=concreto+convencional&ots=yOKBDqdJgh&sig=IHF5HHldWX0PqSD6U-9CxZSHiwk#v=onepage&q=concreto%20convencional&f=false>

Acesso: junho/2021

Projeto de misturas de concreto, Duff Andrew Abrams-1918

http://aquarius.ime.eb.br/~webde2/prof/ethomaz/cimentos_concretos/abrams_dosagem_rev11.pdf

CARVALHO, E. F. T. D. O concreto sem mistérios. Ouro Preto: UFOP, 2012.

HELENE, P.; TERZIAN, P. Manual de dosagem e controle do concreto. Brasília: PINI, 1992.

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DE CONCRETOS BOMBEÁVEIS- FERNANDO LUIZ VIERA 2018

<https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/384/Contribui%C3%A7%C3%A3o%20ao%20Estudo%20de%20Concretos%20Bombe%C3%A1veis%20-%20Vers%C3%A3o%20Completa.pdf?sequence=1>

Acesso: julho/2021

A Evolução Do Concreto Armado, Luiz Fernando koefler 1998

<https://www.feb.unesp.br/lutt/Concreto%20Protendido/HistoriadoConcreto.pdf>

Avaliação da resistência química de concretos poliméricos em ambientes agressivos, LUCILENE DOS REIS BARROS FERREIRA-2017

<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/149942>

Acesso: julho/2021

Jane Proszek Gorninski Claudio de Souza Kazmierczak- 2008

<https://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3802/2182>

Acesso: julho/2021

ASTM D6783- STANDARD SPECIFICATION FOR POLYMER CONCRETE PIPE
ASTM C1312-STANDARD PRACTICE FOR MAKING AND CONDITIONING
CHEMICAL-RESISTANT SULFUR POLYMER CEMENT CONCRETE TEST
SPECIMENS IN THE LABORATORY

FERREIRA, O. P.; ALMEIDA, A. E. F. S. Revestimentos poliméricos para proteção à corrosão bacteriológica do concreto. Disponível em:

http://www.anapre.org.br/Boletim_tecnico/imagens/boletim_ibracon.pdf.

Acesso em: julho/ 2021.

GORNINSKI, J. P.; KAZMIERCZAK, C. S. Avaliação da resistência química de concretos poliméricos em ambientes agressivos. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 105-113, jan./mar. 2008.

AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DO CONCRETO POLIMÉRICO EM SUBSTITUIÇÃO AO CONCRETO CONVENCIONAL, Fabrícia Alessandra Marzinoti GARCIA Rodrigo da Silva GARCIA-2014

FOWLER, D.W., "Polymers in concrete: a vision for the 21st century", Cement and Concrete Composites, v. 21, n. 5, pp. 449-452, December 1999.

Foto:01, Referência: <https://i1.wp.com/engenharia360.com/wp-content/uploads/2020/03/Concreto-atex.com.br.jpg?fit=1024%2C681&ssl=1>

Foto:02, Referência: Autor Jacson Matos De Castilhos

Foto:03, Referência: <https://stage.nelsoschneider.com.br/wp-content/uploads/2020/07/image-15.png>

Foto: 04, Referência: <https://www.suaobra.com.br/img/not/6O8SJ3KQgo.jpeg>

Foto: 05, Referências: <https://blog.benzor.com.br/>

Foto: 06, Referência: <http://www.archtay.com/2014/04/masp.html>

Foto: 07, Referência: <http://pontualeng.com.br/>

Foto:08, Referência: <https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/concreto-alto-desempenho-brasil/>

Foto:09, Referência: <http://doi.editoracubo.com.br/10.4322/2526-7248.010>

Foto: 10, Referências:

https://static.wixstatic.com/media/52477e_583f2db721c942bda4f637a8f982e100~mv2_d_3969_2634_s_4_2.jpg/v1/fill/w_1341,h_890,al_c,q_90/52477e_583f2db721c942bda4f637a8f982e100~mv2_d_3969_2634_s_4_2.webp

Foto: 11, Referência: Autor Jacson Matos De Castilhos

Foto:12, Referência: <http://cimentoitambe.com.br/wp-content/uploads/2009/06/Ensaio-de-fenofale%C3%ADna-para-avalia%C3%A7%C3%A3o-da-profundidade-de-carbonata%C3%A7%C3%A3o-colora%C3%A7%C3%A3o-rosa-do-concreto4.jpg>

Foto:13, Referência: <https://pointer.com.br/blog/wp-content/uploads/2018/09/221691-quais-sao-as-principais-causas-da-eflorescencia.jpg>

Foto:14, Referencias: https://global-uploads.webflow.com/5b5694df76451f74367f58e3/5dafc33afcdc195780202d9d_22.jpg

Foto:15, Referência: <https://www.concrepav.com.br/imagens/informacoes/concreto-fibras-polipropileno-02.jpg>

Foto:16, Referência: <https://www.cimentoitambe.com.br/wp-content/uploads/2008/08/artigo-concreto-modificado.jpg>

Foto:17, Referencias: <http://www.anglodirect.co.uk/>

Foto:18, Referência: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTftHe5TvA0iU7b9lo6Q3NVLH5lwQ1AOXrgGA&usqp=CAU>

Foto:19, Referência: <https://www.usimassa.com.br/imagens/produtos/graute/graute-05.jpg>

Foto:20, Referência: <https://www.diprotec.com.br/novoadmin/fotos/2-46/130317022043.jpg>

Foto:21, Referências: https://www.solucoesindustriais.com.br/imagens/produtos/imagens_11168/p_argamas_sa-impermeabilizante-para-piscinas_11168_72349_10.jpg

Foto:22, Referência: <http://engenharia-construcao.cotanet.com.br/img/site/produtos/concreto-polimerico-de-alta-resistencia.jpg>