VIABILIZAÇÃO DO USO DE AGREGADOS COM ALTO TEOR DE ARGILA, QUANTIFICADO PELO MÉTODO CLEAR TEST, ATRAVÉS DO USO DE ADITIVO CUSTOMIZADO ENVIROMIX C-CLAY

Enabling the use of aggregates with high clay content, quantified by the Clear Test method, using customized additive EnviroMix C-Clay

Ariane Carolina Rodrigues Martho
Chryso Brasil | Sorocaba, São Paulo | ariane.martho@saint-gobain.com

Célio Santana Santos
Chryso Brasil | Sorocaba, São Paulo | celio.santos@saint-gobain.com

Karoline Mariana Gonçalves Freitas
Chryso Brasil | Sorocaba, São Paulo | karoline.freitas@saint-gobain.com

Gustavo Camilo Machado de Carvalho
Chryso Brasil | Sorocaba, São Paulo | gustavo.carvalho@saint-gobain.com

Danila Fabiane Ferraz
Chryso Brasil | Sorocaba, São Paulo | danila.f.ferraz@saint-gobain.com

Resumo

As propriedades do concreto podem ser afetadas negativamente dependendo da quantidade e tipo de argilominerais presentes nos agregados. Algumas argilas reduzem a eficiência de aditivos superplastificantes base policarboxilato, muito utilizados em concretos especiais e de alto desempenho. Para mitigar esse efeito negativo, novas aditivos vêm sendo desenvolvidas, entre eles o EnviroMix C-Clay. Esta tecnologia é capaz de mitigar os efeitos de absorção dos policarboxilatos pelos argilominerais, melhorando as propriedades do concreto. Para a escolha da melhor formulação e dose de aditivo a ser utilizado, faz-se necessário conhecimento do cimento, agregados e sinergia deles com o aditivo, além do conhecimento da presença ou não de argilominerais e seus teores. Para essa finalidade foi desenvolvido um teste rápido, o Clear Test, que permite avaliar a partir do teor de argilomineral do grupo das esmectitas presente nos agregados a capacidade de absorção do aditivo, permitindo ajustar a dose do aditivo para obter seu máximo desempenho. Nesse estudo mediu-se o grau de contaminação dos materiais através do Clear Test, avaliou-se o seu impacto no estado fresco e endurecido em argamassa e, com base nos resultados, foram repetidos os testes ajustando-se a dose do aditivo EnviroMix C-Clay em função do grau de contaminação medido.

Palavras-chave: Argilas; Aditivos; Policarboxilato; EnviroMix C-Clay; Clear Test.

ABSTRACT

Concrete properties can be negatively affected depending on the quantity and type of clay minerals present in the aggregates. Some clays reduce the efficiency of polycarboxylate-based superplasticizer admixtures, which are widely used in special and high-performance concretes. To mitigate this negative effect, new additives have been developed, including EnviroMix C-Clay. This technology can mitigate the effects of polycarboxylate absorption by clay minerals, improving the properties of concrete. To choose the best formulation and dose of admixture to be used, it's necessary to know the cement, aggregates, and their synergy with the admixture, in addition to knowing the presence or absence of clay minerals and their levels. For this, a rapid test was developed, the Clear Test, which allows evaluating the absorption capacity of the admixture based on the content of clay minerals from the smectite group present in the aggregates, allowing the adjustment of the admixture dose to obtain its maximum performance. In this study, the degree of contamination of the materials was measured using the Clear Test, its impact on the fresh and hardened state in mortar was evaluated and the tests were repeated, adjusting the dose of the EnviroMix C-Clay admixture according to the degree of contamination measured.

Keywords: Clay; Admixtures; Polycarboxylates; EnviroMix C-Clay; Clear Test.

1 INTRODUÇÃO

Agregados contaminados com argilominerais podem afetar negativamente as propriedades do concreto dependendo da quantidade e tipo de argilomineral. Geralmente, os argilominerais do grupo das esmectitas possuem grande afinidade por alguns químicos e, em especial, pelos policarboxilatos, comumente utilizados na produção de aditivos para concretos especiais (FERRAZ *et al.,* 2019). Por essa afinidade, o policarboxilato é absorvido pelos argilominerais (KUO *et al*., 2019) afetando a capacidade de reduzir a demanda de água na mistura, o que pode levar a baixa trabalhabilidade, resistência reduzida, aumento da retração plástica e térmica dos concretos. O conhecimento dos materiais, grau de contaminação e sinergia com os aditivos é fundamental para conseguir produzir concretos de alto desempenho. Neste estudo, foi utilizado um método desenvolvido pela Chryso para medir o teor de argilominerais do grupo das esmectitas presente no agregado e um aditivo EnviroMix C-Clay, nova tecnologia de aditivo que combina mitigadores de argila e outros componentes que atuam na hidratação do cimento. Este método permite, de maneira rápida e eficiente, medir o grau de contaminação dos agregados pelos argilominerais específicos do grupo das esmectitas, que possuem maior afinidade pelos policarboxilatos, possibilitando maior agilidade e assertividade na escolha do melhor aditivo. Já, o aditivo utilizado, é uma nova tecnologia, capaz de mitigar o efeito de absorção do aditivo policarboxilato pelos argilominerais. Com o uso da ferramenta Clear Test, foi possível predizer o teor de contaminação dos agregados pelos argilominerais em diferentes teores e, dessa forma, selecionar a melhor formulação e dose do aditivo químico para viabilizar o uso dos agregados contaminados, mantendo-se a qualidade desejada das argamassas. O uso dessa ferramenta também permite de maneira rápida prever o grau de contaminação dos agregados para que se possa ajustar o aditivo e/ou dose mitigando variações de grau de contaminação em campo, mantendo-se a qualidade das argamassas ou concretos.

2 MATERIAIS E METODOLOGIA

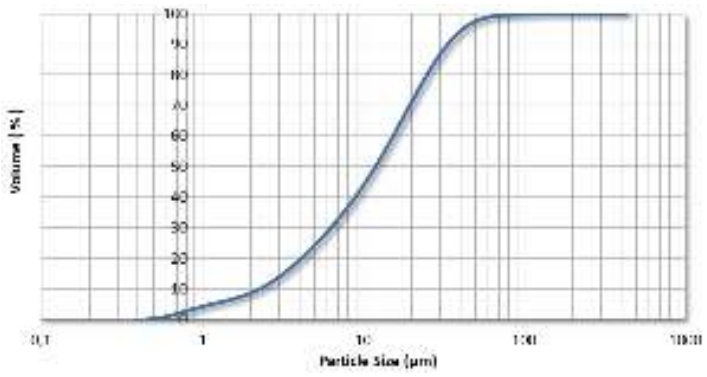
Para o estudo, foi selecionado um cimento CP II-E 40 sem aditivos químicos (cimento ref.) e uma argila comercial (arg.). O aditivo utilizado foi um EnviroMix C-Clay, da Chryso Brasil. A contaminação intencional com a argila foi realizada na areia padrão EN 196-1, que foi utilizada para a produção das argamassas.

Foram feitos ensaios comparativos em argamassa com a areia tal qual e argamassas com as areias contaminadas em diferentes teores. A dose do aditivo também foi ajustada em função da variação do teor de argilomineral, de acordo com os resultados obtidos no ensaio Clear Test.

2.1 CIMENTO

Para a caracterização do cimento, foram realizados os ensaios de distribuição do tamanho de partículas por difração a laser (Figura 1), fluorescência de raios-X (FRX) e difratometria de raios-X (DRX) (Tabela 1).

Figura 1: Distribuição do tamanho de partículas do cimento através do Malvern Mastersizer



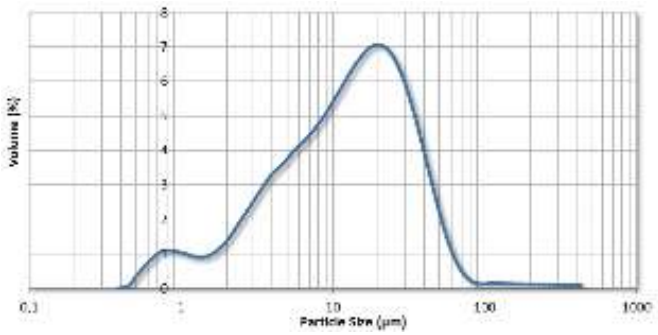


Tabela 1: Composição química por FRX e composição mineralógica por DRX através do Zetium e Empyrean Panalytical

Analito, %	Cimento
SiO_2	19,9
Al_2O_3	5,82
Fe_2O_3	2,78
CaO	56,0
MgO	6,56
SO_3	4,23
Na_2O	0,19
K_2O	0,74
TiO_2	0,34
P_2O_5	0,20
MnO	0,15
ZnO	<0,1%
SrO	<0,1%
NiO	<0,1%

Analito, %	Cimento
C_3S	37,4
C_2S	4,6
C_4AF	4,8
C_3A	3,1
Periclásio	3,4
Portlandita	2,6
Calcita	4,7
Dolomita	1,4
Gipsita	2,0
Bassanita	3,9
Singenita	1,8
Arcanita	1,9
Aftitalita	0,4
Quartz	0,7
Tenardita	1,2

2.2 ARGILOMINERAL

O argilomineral utilizado foi a “AMC BENTONITE HV”, que contêm em minerais que são comumente encontrados em agregados. Na tabela 2, está apresentada a composição, conforme indicado na ficha técnica do produto. Para complementar a caracterização, foi realizado ensaio de distribuição do tamanho de partículas por difração a laser, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2: Distribuição do tamanho de partículas do cimento através do Malvern Mastersizer

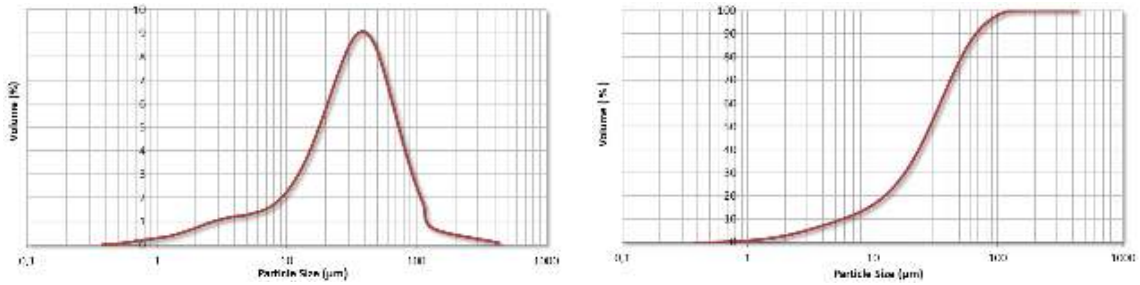


Tabela 2: Composição do material conforme ficha técnica do fabricante

Componente, %	AMC BENTONITE HV
Minerais do grupo da esmectita	>90
Quartzo	<10
Silicato de potássio e alumínio	<10

2.3 ARGAMASSA

Em argamassa, foram realizados os ensaios de *flow* inicial, pelo mini cone, e resistência à compressão a 1 e 7 dias. Os ensaios de resistência à compressão foram realizados de acordo a EN 196-1. A areia utilizada foi a areia padrão EN 196-1. Foi realizado o teste Clear Test, ensaio desenvolvido e patenteado pela Chryso, na areia tal qual e na areia contaminada com o argilomineral. O ensaio consiste em imergir o agregado que se deseja avaliar em uma solução colorimétrica, agitar, fazer uma filtração eliminando o agregado e medir a absorção através de um colorímetro, equipamento que pode medir a absorbância de uma determinada solução em um comprimento de onda de luz específico, que indica o teor presente de argilominerais do grupo das

esmectitas. Para o ensaio de *flow* foi utilizado o mini cone e foi medido o espalhamento com o uso de paquímetro.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amostra de areia foi contaminada com teores gradativos do argilomineral e foi utilizado o ensaio de Clear Test para definir o grau de contaminação e ajustar a dose do aditivo para mitigar os efeitos negativos da presença do argilomineral nas misturas. Após definida as doses do aditivo, foram realizados os ensaios em argamassa.

3.1 CLEAR TEST

Foi realizado o ensaio na areia tal qual e na areia contaminada com diferentes teores da argila. Quanto maior o teor adicionado, maior a absorção no ensaio Clear Test, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3: Absorção do aditivo em função do teor de argilomineral presente na areia

Contaminação forçada, %	Absorção do aditivo, ppm
Areia + 0,0 arg.	0,13
Areia + 0,2 arg.	0,25
Areia + 0,4 arg.	0,56
Areia + 0,6 arg.	0,80

3.2 ARGAMASSA (ESTADO FRESCO E ENDURECIDO)

As argamassas deste estudo foram produzidas com o mesmo desenho de mistura e relação água/cimento. Conforme o aumento do teor de argilomineral, observou-se uma redução do *flow* das argamassas, devido a um aumento da demanda de água e perda de trabalhabilidade pela presença de materiais finos contendo argila na mistura (FERRAZ *et al.,* 2019), o que pôde ser mitigado incrementando a dose do aditivo, retornando o estado fresco similar ao obtido com a amostra sem a adição do argilomineral. A dose de aditivo foi incrementada para corrigir a perda de desempenho e foi calculada com base nos resultados obtidos pelo método Clear Test. A presença do argilomineral não teve grande impacto na resistência a compressão a 1 dia, porém a partir de 7 dias é possível observar redução, conforme o teor de argilomineral vai sendo incrementado. Já, com o incremento da dose do aditivo para mitigar os efeitos negativos do argilomineral no estado fresco, observou-se redução da resistência à compressão a 1 dia, efeito esperado por parte do aditivo utilizado no estudo, que possui um pouco de retardo inicial, porém, observou-se incrementos a partir dos 7 dias.

Tabela 4: Resultados de estado fresco e endurecido em argamassa

Argila, %	Dose do aditivo, %	Flow, mm	1 dia, MPa	7 dias, MPa
0,0	0,400	308	20,0	61,8
0,2	0,400	179	20,4	61,8
0,2	0,548	325	18,5	64,1
0,4	0,400	106	20,6	59,2
0,4	0,731	330	17,2	62,8
0,6	0,400	101	20,8	58,5
0,6	0,873	297	15,2	64,0

4 CONCLUSÃO

Com os resultados medidos pelo Clear Test, foi possível obter a quantidade de aditivo absorvido e calcular a dose de correção do aditivo EnviroMix C-Clay utilizado, pelo conhecimento de sua formulação, para poder mitigar os efeitos negativos da presença da argila, especialmente no estado fresco e no estado endurecido, a partir dos 7 dias de hidratação, com incremento de resistências.

O uso de agregados contaminados é uma realidade e é possível, com o conhecimento dos materiais, customizar os aditivos específicos para misturas com a presença de argilominerais, mitigando e controlando os efeitos negativos, permitindo-se assim o uso desses tipos de materiais para a produção de concretos especiais e de alto desempenho.

REFERÊNCIAS

FERRAZ D., ALVES M., GUERRA M., VENANCIO R.; Utilização de novas tecnologias em aditivos para o tratamento em campo de areias contaminadas com argila do tipo montmorillonita, **61º Congresso Brasileiro do Concreto**; Outubro 2019.

KUO L. L., HOOPES R. J., ABELLEIRA A., CHAN P., ZHOU Q.; Novel Clay Mitigating Polymers for Robust Water Reducing Admixtures, **Concrete International Journal**, Volume 41, page 43 - 46; January 2019.