

Received:
October 16, 2020

Accepted:
October 31, 2020

Published:
November 1, 2020

Compressive strength in simple and colored concrete specimens in the city of Teófilo Otoni

Cibele Aparecida de Moraes Rocha¹ , Gisele Monteiro de Sousa¹ , Antonio Jorge de Lima Gomes¹ 

¹ Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, Brasil.

Email address

cibelemorais.eng@gmail.com (Cibele A.M. Rocha) – Corresponding author.

gisele_monteiro13@hotmail.com (Gisele M. Sousa)

antonio.gomes@ufvjm.edu.br (Antonio J.L. Gomes)

Abstract

This work deals with the comparison of the compressive strength in 4 concrete mixes and rupture of 36 specimens in the city of Teófilo Otoni. The first concrete trace was of the conventional type and the other three used colored additives in the percentages 3%, 5% and 6%. After curing, axial compression tests were performed on the tests at the ages of 7, 14 and 28 days. Through the disruptions, we can see that the concrete results that obtained results below expectations were samples with percentages of 5% and 6% pigments. Samples with 3% additive showed resistance close to theoretical values of 18, 25 and 40 MPa. The presence of biotite in the region's aggregates also may have contributed to the loss of strength of the concrete, due to its lamellar aspect, which demands more water and makes it difficult to incorporate the aggregates.

Keywords: Concrete, Pigment, Concrete additive, Colored concrete.

1. Introdução

Este trabalho tem como finalidade fazer uma comparação entre concretos coloridos e convencional de diferentes traços, analisando sua resistência à compressão, além do seu comportamento frente as peculiaridades dos minerais como biotita que estão presentes nos agregados da região de Teófilo Otoni.

Tem-se como proposta identificar a composição do concreto e o traço ideal para posteriormente analisar, através dos resultados da resistência à compressão, suas peculiaridades e reações diante dos causadores das perdas de suas propriedades e finalmente propor a combinação que obteve melhor resultado nessa experimentação.

O concreto é o bem de consumo mais utilizado no mundo, pela sua facilidade em ser moldado permite uma grande variedade em formas e ideias, sendo utilizado em diversas obras arquitetônicas (Conceição, 2015).

Na área da Construção Civil, como em qualquer outra área da tecnologia são necessários o

aperfeiçoamento dos produtos, tanto no setor de materiais, quanto em tempo e custo de realização de obras e serviços. Para isso o uso de alguns materiais como os aditivos e pigmentos, servem para auxiliar na rapidez do processo construtivo e melhora na qualidade final do produto.

Com a modernização no setor da construção civil houve a necessidade de adequar novas técnicas em busca de melhorar a trabalhabilidade do concreto. Os aditivos são substâncias químicas que em combinação com o concreto modificam suas propriedades, aumentando sua resistência, reduzindo o consumo de insumos, acelerando ou reduzindo o tempo de pega, dentre outros.

O concreto colorido é o resultado da inovação em materiais e sistemas de construção, tendo sido cada vez mais introduzidos no ramo das edificações, porém tendo ainda poucos estudos sobre seus comportamentos. Os materiais que tem sido os principais responsáveis por adaptar as mais diversas tonalidades ao concreto são o cimento Portland branco estrutural e os pigmentos (Conceição, 2015).

De acordo com Valença (2017) o concreto colorido busca adequar a uma vida útil muito maior ao concreto do que o convencional, e que ao longo dos anos necessitam de uma menor intervenção para a realização de manutenções periódicas, como é feito no concreto convencional.

Além disso esses concretos podem ser largamente utilizados em fachadas, pisos, pontes, e outras obras de maior porte que necessitariam de um grande uso de tintas, reboco, chapisco, azulejos e outros elementos decorativos principalmente para as fachadas, o que representaria uma grande economia para o custo final do projeto (Sousa et al. 2018).

Para atingir o objetivo proposto foram realizadas as seguintes etapas envolvidas: Elaboração de traços de concreto em massa para uso; Realizar traços de concreto fck 18, fck 25 e fck 40; Ensaios de caracterização em todos os materiais envolvidos; Verificar a resistência dos traços de concreto em função da manutenção da sua trabalhabilidade, na idade de 7, 14 e 28 dias; Comparar a interferência dos aditivos na manutenção de trabalhabilidade dos concretos.

1.1. Área de Estudo

Localizado na parte Nordeste do estado de Minas Gerais, até o início do segundo quarto do século XIX era considerada um enclave entre os estados da Bahia e de Minas Gerais e do Espírito Santo, e se encontra compreendida entre os vales dos rios Mucuri e São Mateus.

Teófilo Otoni abrange uma área territorial de 3.242,27 km² e de acordo com o último censo 2010, possui uma população de 134.745 habitantes.

O relevo cortado do município de Teófilo Otoni (altitude mínima em 307 e máxima em 524 metros) reflete em uma urbanização em uma área extremamente declivosa, em muitos casos, inadequada ao crescimento urbano (Martins et al., 2011).

Segundo Ferraz et al. (2016) como formado por planaltos com entalhamento fluvial do vale estruturalmente direcionada, sendo formado principalmente por morfologias planas que correspondem as áreas de altitudes menores e onde se encontra a maior parte urbana da cidade de Teófilo Otoni, o relevo da cidade que possui maior grau de entalhamento do vale mas não atinge grandes declives, são considerados área topográfica intermediária grau de dissecação fluvial; e regiões

onde se encontram maiores entalhamento de vales com maiores amplitudes topográficas e vertentes de mais elevada declividade (Ferraz et al., 2016).

A sua ocupação formada por nações indígenas, denominadas “Botocudos”, que deriva dos “botoques” labiais e auriculares que utilizavam e completamente tomada pela Mata Atlântica, esta região se configurava como uma grande barreira natural que impedia, ou pelo menos retardava, a completa integração macrorregional, tanto demográfica quanto econômica (Ferraz et al., 2016).

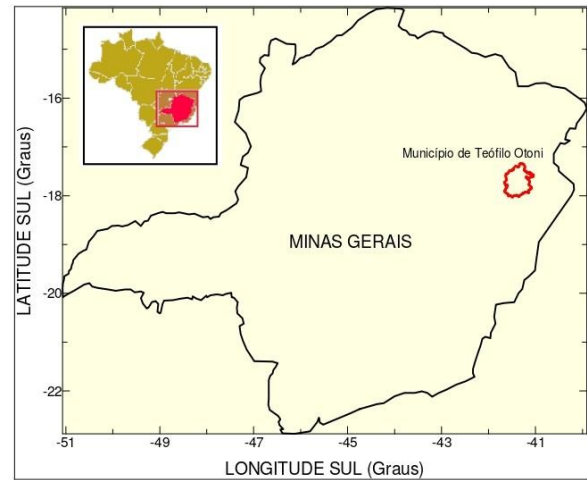


Figura 1 – Localização do Município de Teófilo Otoni-MG (Gomes et al., 2012).

A cidade é apresenta temperaturas na faixa de 22°C e precipitações altas (maior que 900mm), sendo o clima considerado como subúmido a semiárido (Martins et al., 2011).

O clima da cidade de Teófilo Otoni pode ser entendido como tropical úmido, apresentando normalmente temperaturas médias superiores aos 18°C e com um índice pluviométrico médio de 1009mm ao ano, tendo sua estação chuvosa entre outubro a março, quando ocorre cerca de 80% da precipitação total anual (Ferraz et al., 2016).

1.1.1. Formação Geológica de Teófilo Otoni

A cidade de Teófilo Otoni se encontra compreendida na formação Tumiritinga, que tem sua origem em rochas metamórficas irregulares e alongadas, sofreram grandes deformações ao longo dos anos pela intrusão do Tonalito São Vitor, que possui sua formação em rochas ígneas e magmáticas (COMIG, 2003). A região por estar localizada na formação de Tumiritinga, formadas a partir de rochas metamórficas, com grande concentração de xistos e biotita gnaisses com cerca de 40% de teor quartzo, granada, feldspato potássico e muscovita (CPRM, 1996).

O mapa geológico da cidade de Teófilo Otoni, demonstra que se encontra situada sobre duas formações geológicas que são a formação de Tumiritinga e o Tonalito São Vitor. Na formação Tumiritinga encontra-se a biotita gnaisse cinza com granulometria de fino a médio, e foliação milonítica apresentando presença de mármore na região de Ladainha e Poté. O Tonalito São Vitor tem em sua composição a Biotita-tonalito, hornblenda-biotita-tonalito e biotita-granodiorito, com granulometria média a grossa e coloração cinza, com presença na estrada Teófilo Otoni a Ladainha (Gomes e Ramos, 2015).

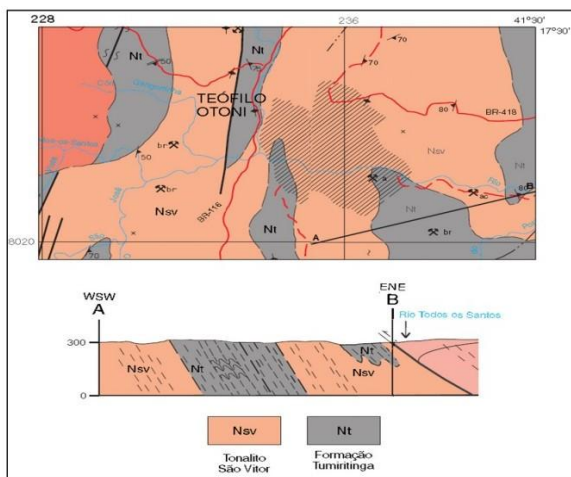


Figura 2 – Mapa das principais formações geológicas de Teófilo Otoni (Adapted from CPRM, 1996; Gomes et al., 2012; Ramos e Gomes, 2016; Sousa, Oliveira, Gomes, 2020).

As formações geológicas da cidade de Teófilo Otoni, comprovam a predominância da biotita gnaisse na região, os estudos e mapas geológicos apontam as suas variações. As micas quando incorporadas aos concretos e argamassas tem suas propriedades alteradas tornando um fluido mais viscoso. Seu formato lamelar e estrutura rígida necessitam de grande quantidade de água para preencher seus vazios, recobrando sua superfície e separando as partículas de forma a não alterar a sua viscosidade (Parreira, 2016).

A Formação Tumiritinga é caracterizada pela presença da biotita gnaisse na região de Teófilo Otoni. A biotita incorporada como agregado ao concreto, pode ser vantajoso pela facilidade de ser encontrada na região, apesar do seu formato lamelar e rigidez exigiram uma demanda maior de água para fabricação do concreto, estas propriedades podem ser trabalhadas com a inserção de aditivos que melhorem o controle da pega, acelerando ou retardando o tempo de pega do concreto.

De acordo com Parreira (2016), as micas compõem o grupo dos filossilicatos e tem suas

origens em rochas metamórficas, sedimentares e magmáticas. Possuem em seu grupo dois minerais com maior utilização que são as muscovitas e as biotitas. A biotita pode ser definida como um silicato de potássio, com magnésio ferro-alumínio hidratado, e sendo rica a quantidade de Ferro em sua composição, que é um indicativo de sua existência.

1.1.2. Biotita

A biotita é um mineral que tem sua formação através de processos hidrotermais e metamórficos, são encontradas principalmente em rochas sieníticas, gnaisses e rochas metamórficas em geral. Possui como característica um aspecto lamelar que possui alta facilidade de se romper em lâminas finas, que em contato com o intemperismo químico tem suas propriedades alteradas originando argilas com coloração em tons de vermelho e amarelo, devido ao alto teor de ferro em sua composição (Bitencourt, 2012).

As micas possuem características que servem para aplicação em vários setores, possuem baixa condutividade térmica e acústica, são quimicamente inertes, alta capacidade de absorção de líquidos, baixa densidade, dentre outros. O setor da construção civil vem utilizando para isolamento de paredes laterais de forros, blocos de concretos, usado como isolante térmico e em pequenas porcentagens como agregado do concreto de cimento Portland (Bitencourt, 2012).



Figura 03 – Biotita Gnaisse (Bitencourt, 2012).

1.1.3. Aditivos

Os aditivos são compostos químicos que tem sua aplicação em concretos, de forma a melhorar suas propriedades físico-químicas, proporcionando um aumento de resistência, plasticidade e trabalhabilidade (Freitas Junior, 2013). Tem como principal função desenvolver as propriedades dos aglomerantes presentes no concreto, adequando-o a necessidade do projeto.

De acordo com a NBR 11768 (ABNT, 2011), os aditivos são produtos utilizados durante a preparação do concreto com o intuito de modificar suas propriedades iniciais, sendo normalmente dosados em porcentagens menores que 5% da massa cimentícia preparada, mas podendo ser aplicados em porcentagens maiores que 5% no caso de concretos projetados.

O uso de aditivos em concretos é tão antigo quanto o do próprio cimento. Os romanos adicionavam clara de ovo, sangue, banha ou leite aos concretos para melhorar trabalhabilidade das misturas. Cada adição é única em suas particularidades, devendo sua seleção ser feita com base nas exigências do projeto construtivo, disponibilidade e custos. Em princípio nenhum concreto deveria ser confeccionado e lançado sem a incorporação de adições em geral resulta na produção de materiais cimentícios com melhores características técnicas, uma vez que modificam a estrutura interna do concreto no estado fresco (Martins et al., 2011).

2. Metodologia

Para a realização desta pesquisa foi utilizada como referência a NBR 5738/2015, que especifica sobre o procedimento de moldagem e cura dos corpos de prova de concreto utilizados. Sendo assim foi realizado um trabalho experimental com a elaboração de traços de concretos e realização de testes de compressão axial de traços de concreto.

Este trabalho tem o caráter qualitativo e quantitativo quanto aos métodos, utilizando-se de uma pesquisa bibliográfica para um melhor conhecimento teórico e uma pesquisa experimental para análise das amostras.

Inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica para fundamentar bem os temas e conceitos apresentados, utilizando de artigos em periódicos digitais e normas específicas para a área. Posteriormente foi realizado uma pesquisa experimental em laboratório para se fabricar os traços de concreto e analisar a resistência à compressão dos concretos fabricados.

Para este trabalho foram confeccionados 36 corpos de prova de concreto com fck's de 18, 25 e 40 Mpa, que forma rompidos nas idades de 7, 14 e 28 dias. Para a fabricação das misturas, forma utilizados cimento Portland de alto forno com escória, tipo CPIII- E-32, marca Cauê, agregados oriundos de rochas gneisses da região da concreteira (brita 0 e areia artificial), o pigmento inorgânico na

cor vermelha utilizado nas misturas foi o da marca Lanxess.

O método estatístico foi utilizado para analisar e avaliar os resultados obtidos experimentalmente. Através do rompimento dos corpos de prova foi possível comparar a amostra que se comportará melhor, frente a análise de resistência à compressão axial e a interferência do mineral biotita.

Os testes foram realizados em laboratório da concreteira *Mix Mattar* na cidade de Teófilo Otoni-MG. Primeiramente foram produzidos traços de concreto convencional, sem a adição de pigmentos e posteriormente traços de concretos com pigmentos coloridos na cor vermelha, nas proporções de 3, 5 e 6%.

No total foram realizados 3 traços de concreto com 12 corpos de provas para um, totalizando 36 corpos de prova. Para cada traço foi utilizado os fck's de 18, 25 e 40 Mpa. Sendo que o primeiro traço foi o concreto referência ou convencional com 0% de adição de pigmento (TPO) e os traços com 3% de adição de pigmento (TP3), traços com 5% de pigmento (TP5) e traços com 6% de pigmento (TP6).

Estas divisões serão importantes para um melhor controle das análises onde será verificada a resistência característica aos 7, 14 e 28 dias de idade, ficando estabelecida em fck 18, fck 25 e fck 40 MPa, para cada uma das amostras.

Tabela 1 – Consumo de Materiais.

Traços	Cimento (kg)	Areia (kg)	Brita (kg)	Aditivo (kg)	Água (kg)
T1P0	13,8	37,39	54,09	0	9,47
T2P0	17,2	37,32	50,56	0	9,86
T3P0	25,7	27,75	50,37	0	10,63
T1P3	3,86	10,47	15,147	0,11	2,68
T2P3	4,81	10,45	14,159	0,14	2,79
T3P3	7,19	7,77	14,104	0,21	3,00
T1P5	3,31	8,97	15,147	0,16	2,29
T2P5	4,12	8,95	14,159	0,20	2,39
T3P5	6,16	6,66	14,104	0,30	2,57
T1P6	3,31	8,97	15,147	0,19	2,29
T2P6	4,12	8,95	14,159	0,24	2,39
T3P6	6,16	6,66	14,104	0,37	2,57

Os materiais foram dosados manualmente por medidas em massas dos traços, onde foi utilizado uma balança da marca Toledo para realização conforme Figura (4). No dia de realização das amostras de traços de concretos a temperatura variava entre 23°C e 25°C. Após preparados, os concretos foram moldados em corpos de prova de 20x10cm e área de 78,54cm³.



Figura 4 – Balança pesagem materiais (Marca Toledo).

Para verificar a trabalhabilidade do concreto fresco foi realizado o Slump Test, com o intuito de medir a consistência do concreto através de cada nova adição de concreto ser feito 25 golpes, seguindo as normas da NBR 5738/2015.



Figura 5 – Slump Test do concreto colorido.

Após realizada a dosagem do material, foi utilizada a betoneira para fazer a mistura do concreto de acordo com cada traço utilizado, onde se começou pelo traço concreto convencional (TP0) e posteriormente os traços (TP3), (TP5) e (TP6). O abatimento do concreto conforme Figura (6), foi realizado para a produção dos corpos de prova, sendo necessário para o adensamento do concreto utilizando uma haste metálica com a superfície lisa ($16,0 \pm 0,2$) mm de diâmetro e comprimento de 600 mm a 800 mm e após forma realizados golpes para adensamento do concreto a cada nova adição no corpo de prova, conforme NBR 5738/2015.



Figura 6 – Abatimento do concreto no corpo de prova.

Os concretos foram adicionados aos corpos de prova e identificados de maneira a separar os mesmo por traços (TP0), (TP3), (TP5) e (TP6), além de serem identificados de acordo com as idades de rompimentos que foram 7, 14 e 28 dias, sendo 28 dias o tempo de cura total do concreto.

Após fabricadas as amostras de concreto houve um período de 48 horas, para o desmolde do concreto das formas. Sendo que na Figura (7), é possível observar o local de cura do concreto até ser realizado os ensaios de compressão axial. Após as idades de 7, 14 e 28 dias, os corpos de prova devidamente identificados foram retirados do reservatório de água e submetidos à ensaios de compressão axial em uma prensa elétrica de marca Solocap. Posteriormente, foram acrescentados os dados das resistências à compressão axial em tabelas para realizar gráficos e comparar o desempenho das amostras de traços de concretos.



Figura 7 – Cura do concreto.

4. Resultados e Discussões

Para esta pesquisa foram realizados experimentos no laboratório da Concreteira Mix Mattar, onde foram fabricadas amostras de concreto referência (sem pigmentos) em fck's de 18, 25 e 40 MPa e amostras de pigmentos coloridos em porcentagens de 3%, 5% e 6%. Durante a realização das amostras a temperatura ambiente era 23°C. Na Figura (8), podemos ver os dados de análise da resistência à compressão axial dos concretos de fck 18Mpa. Podemos observar que os concretos com adição de pigmentos não obtiveram um resultado satisfatório e próximo ao teórico esperado, no entanto o concreto referência sem aditivos atingiu a resistência à compressão axial esperada.

Nas Figuras (8), (9) e (10) é possível observar o desempenho de resistência à compressão axial dos traços de concretos de fck's de 18, 25 e 40Mpa, comparando o desempenho de acordo com as idades de rompimento de 7,14 e 28 dias, para facilitar a análise de resistência do concreto e a interferência do mineral da biotita e do óxido de ferros nas misturas.

Na Figura (8) se encontram os dados dos traços de concretos de fck de 18Mpa, sendo possível observar que aos 28 dias o traço que obteve o melhor desempenho foi o T1P0 atingindo 18,23, dentro da resistência teórica esperada. No entanto os concretos com adição de pigmento coloridos tiveram uma queda de resistência que pode ser relacionada ao aumento da proporção de pigmentos e consequentemente o aumento de óxido de ferro em combinação com a presença do mineral biotita nos agregados da região que também possui um alto teor de ferro.

Na Figura (9), estão os valores das resistência à compressão axial dos concretos de fcks de 25 Mpa. Dentre os concretos com cura aos 28 dias, o que obteve um melhor desempenho foi o concreto com 3% de pigmento colorido que atingiu uma resistência à compressão axial próxima do resultado esperado com 23,5. No entanto os concretos com porcentagens maiores de pigmento colorido de 5% e 6% de pigmentos obtiveram um desempenho melhor em relação ao concreto referência, atingindo 19,76 e 22,43, respectivamente, o que não aconteceu com o concreto convencional (sem pigmentos) que não atingiu a resistência teórica aproximada, ficando bem abaixo do esperado no rompimento sem aos 28 dias. No entanto, as amostras com 5% e 6% de pigmento obtiveram um resultado inferior em relação ao concreto com 3%

de adição de pigmento, cerca de 16% menor o traço de 5% e o traço de 6% obteve um resultado de 4,55% menor.

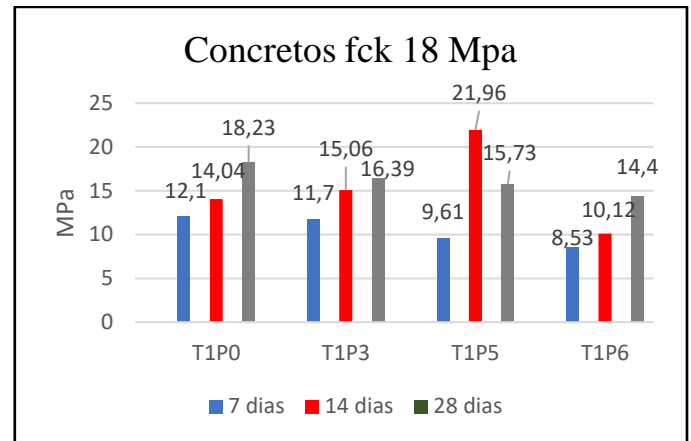


Figura 08 – Concretos fck 18 Mpa.

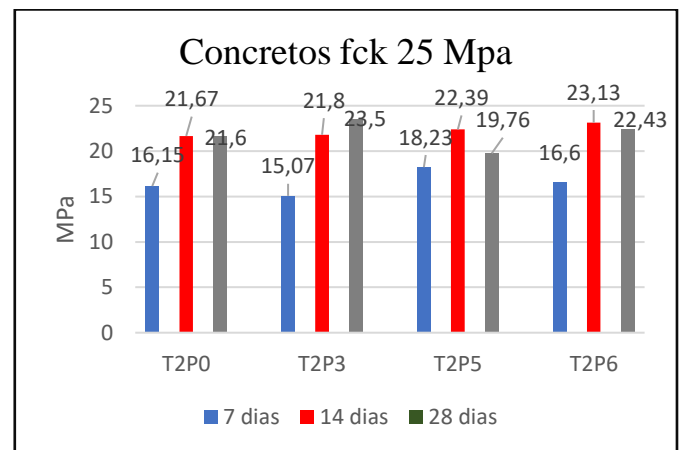


Figura 09 – Concretos fck 25 Mpa.

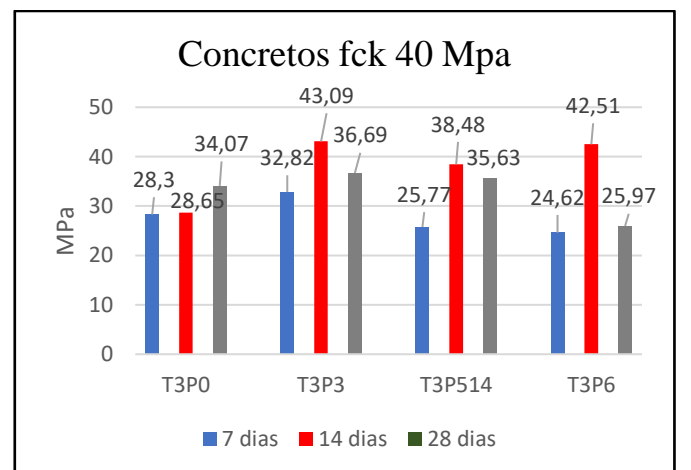


Figura 10 – Concretos fck 40 Mpa.

Através da Figura (10), podemos observar o comportamento dos traços de concretos de fck de 40 Mpa. Os concretos com 5% de pigmento aos 28 dias apresentaram uma resistência de 35,63Mpa e o concreto com 6% de pigmento 25,97%, que quando comparado com ao concreto referência o de 5% de pigmento teve um melhor desempenho 102,94%

maior. O concreto com 6% de pigmento teve um desempenho de resistência 76,22% menor se comparado ao concreto referência. No entanto o concreto com 3% de pigmento obteve uma melhor resistência se comparado ao concreto com pigmentos de 0%, 5% e 6%. De uma maneira geral o concreto com 3% de pigmento teve um bom desempenho nos fck's de 18, 25 e 40Mpa. Então podemos dizer que a presença do óxido de ferro presente no pigmento pode ter contribuído para a perda de resistência à compressão do concreto, dentre outros fatores como a presença do mineral da biotita nos agregados da região de Teófilo Otoni.

Diante dos gráficos apresentados é possível observar que os resultados que se apresentaram abaixo do esperado nas amostras com porcentagens de pigmentos maiores de 5% e 6%, nas amostras de 3% houve um aumento de resistência considerável em relação as outras amostras. O fato de algumas amostras terem obtidos resultado inferior, pode ter acontecido em decorrência de alguns fatores como a falta de um controle mais efetivo da umidade, principalmente da areia; a porcentagem maior de pigmentos coloridos que pela presença de óxido de ferro e o alto teor de ferro presente no mineral biotita. Todos esses fatores podem ter contribuído para um desempenho abaixo do esperado nos concretos com 5% e 6% de pigmento colorido, pois o aumento do teor do óxido de ferro do pigmento juntamente com a alta porcentagem de ferro contida nos minerais dos agregados da região podem ter levado a uma perda de resistência do concreto, além do fato de que a presença do mineral da biotita por ter seu aspecto lamelar, dificulta a incorporação de forma homogênea dos concretos, o que aumenta a demanda de água para homogeneização do concreto mas contribui para a sua perda de resistência.

6. Conclusão

Os ensaios de compressão comprovaram que a presença de óxidos de ferro nas misturas dos concretos diminui a resistência à compressão, e neste caso utilizamos os pigmentos de óxido de ferro da marca Xadrez de cor vermelha com 3%,5%,6% de óxido de ferro e traços com Fck de 18, 25 e 40 Mpa.

A diminuição ficou na faixa de 20% para os traços de Fck de 25 e 40 Mpa, enquanto que para o traço mais fraco de 18 Mpa a resistência aos 28 dias alcançou apenas 13 Mpa. A presença de biotita nos agregados da região de Teófilo Otoni,

principalmente na areia artificial, ainda pouco pesquisada na região, possivelmente contribuiu para a diminuição da resistência à compressão.

Diversos fatores podem ter contribuindo para uma perda de resistência inicial do concreto. A presença do óxido de ferro no concreto em concentrações maiores que 3% se mostraram prejudiciais à resistência do concreto. A geologia da região, por apresentar em suas principais formações a presença de minerais micáceos como a Biotita, presentes nos agregados da região podem ter contribuindo com essa perda de resistência. De acordo com Parreira (2016), a biotita devida a seu aspecto lamelar e sua facilidade em se romper em lâminas finas dificulta a incorporação de agregados no concreto e para uma homegeinização exata do concreto, demanda uma maior quantidade de água, o que pode acarretar na perda de resistência do concreto.

O concreto por ter em sua maior parte de sua composição a presença de agregados é fortemente influenciado por esses fatores. A presença de minerais micáceos como a Biotita presente nos agregados, tem um efeito negativo pelo fato de ser necessário uma maior quantidade de água para a uniformização do concreto, aumento a tendência a perda de resistência à compressão axial dos concretos mesmo em teores menores. Segundo Parreira (2016), a presença do mineral da biotita nos agregados da região podem ser responsáveis por uma perda de resistência do concreto aos 28 dias próximo a uma faixa de 15% quando se encontra presente na composição um teor de 5% de mica, se analisado a relação constante de água/cimento.

A presença da biotita, a depender do aumento de sua proporção na composição tem como consequência a diminuição da fluidez do concreto, pois o seu aspecto lamelar dificulta a trabalhabilidade do concreto. A relação da biotita nos agregados da região de Teófilo Otoni nos mostra que os gnaisses da formação geológica do Tonalizo São Vitor, presentes na industrialização dos agregados utilizados, indicam que precisamos aumentar as pesquisas, incluindo-se aditivos aceleradores e retardadores para verificar se com a presença desses novos aditivos haveria um melhor desempenho dos concretos e possibilitaria uma melhor compreensão da qualidade final dos concretos produzidos em Teófilo Otoni. Mas diante dos fatos analisados nesse trabalho é possível comprovar que quanto mais se aumenta o teor de cimento, também se diminui o efeito.

Referências

- ABNT – Associação Brasileira de Normas, 2011. NBR 11768:2011 *Aditivos químicos para concreto de cimento Portland – Requisitos*. Rio de Janeiro.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2015. NBR 5738:2015 *Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova*. Rio de Janeiro.
- Bitencourt, D.P.R., 2012. Universidade Federal da Bahia. Salvador. *Biotita*. [online]. Disponível em: <<http://entendendoageologiaufba.blogspot.com/2012/03/biotita-recebendo-esse-nome-em.html>> [Acessado 26 de Agosto 2020].
- COMIG – Companhia Mineradora de Minas Gerais, 2003. *Mapa Geológico de Minas Gerais, Mapa na escala 1:1. 100.000*. Governo de Minas Gerais.
- Conceição, L.B., 2015. *Estudo da Tecnologia e Aplicação do Concreto Colorido em Habitações de Interesse Social*. Graduação. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 1996. *Programa De Mapeamento Geológico*. Projeto Leste. [online] Disponível em: <http://www.codemig.com.br/site/content/parcerias/levantamento_aerogeofisico.asp?id=30&idSubPrj=50&filhoId=52> [Acessado 20 de agosto 2020].
- Ferraz, C.M.L., Valadão, R.C. and Henriques S,R.J., 2016. *Geomorfologia do espaço urbano de Teófilo Otoni (MG): contribuições ao ordenamento territorial*. XI Simpósio Nacional de Geomorfologia (SINAGEO).
- Ferraz, C.M.L., Andrade, J.R. and Costa, A.S.V., 2016. *A previsibilidade climática e o planejamento hídrico: Análise preliminar sobre a pluviosidade em Teófilo Otoni/MG*. Workshop Internacional de Biorremediação de Áreas Contaminadas, I, e SESMA, XI Vila Velha.
- Freitas Junior, J.A., 2013. *Estudo comparativo de métodos de dosagem para concretos de alta resistência como o uso de materiais disponíveis na região metropolitana de Curitiba*. Mestrado. Universidade Federal do Paraná.
- Gomes, J.L.S; Colares, L.F. and Gomes, A.J.L., 2015. *Identificação das Formações Geológicas no Planejamento Ambiental da Bacia do Rio Mucuri. UFVJM, Teófilo Otoni*. XII Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas.
- Gomes, A.J.L., Silva, J.M.P., Gomes; J.L.S. and Gomes, P.S., 2012. *Gradiente Geotérmico do Município de Teófilo Otoni no Vale do Mucuri*. Revista de Ciência e Tecnologia do Vale do Mucuri, 1, pp.1-13.
- Martins, I.M., Silva, T.L.M., Silveira, V.V., Barbosa, N.S., Lorentz, L.L. and Santos, W.P., 2011. *Contribuições ao Plano Diretor do Município de Teófilo Otoni-MG*. Teófilo Otoni: UFVJM.
- Parreira, H.M.T.B., 2016. *Remoção de Biotita em Areias de Brita Utilizando Separador Magnético de Alta Intensidade a Seco*. Rio de Janeiro.
- Ramos, J.O. and Gomes, A.J.L., 2016. *Estratégias para Prevenção de Riscos Ambientais e Geológicos nos Espaços Urbanos da Cidade de Teófilo Otoni*. Revista Vozes dos Vales, V(9), pp.1-17.
- Sousa, G.M., Oliveira, K.R. and Gomes, A.J.L., 2020. *Compressive Strength of colored concrete with iron oxide in the city of Teófilo Otoni in Minas Gerais*. International Journal of Geoscience, Engineering and Technology, 1(1), pp.69-77. <https://doi.org/10.70597/ijget.v1i1.370>
- Sousa, G.M., Ramalho, J.F. and Oliveira, K.R., 2018. *Aplicabilidade do concreto colorido na construção civil no município de Teófilo Otoni*. UFVJM. Teófilo Otoni.
- Valença, J. V. 2017. *Concreto Colorido: Influência da Adição de Pigmentos e suas Aplicações*. XIII Jornada de Iniciação Científica e VII Mostra de Iniciação Tecnológica. Universidade Presbiteriana Mackenzie.