




Received:
October 16, 2020

Accepted:
October 31, 2020

Published:
November 1, 2020

Variation of compressive strength in colored concrete traces in the city of Teófilo Otoni in the State of Minas Gerais

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

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

Email address

monteiro.gisele@outlook.com (Gisele M. Sousa) – Corresponding author

cibelemoraes.eng@gmail.com (Cibele A.M. Rocha)

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

Abstract

This work analyzed the variation of strength and workability of traces with inorganic pigment based on iron oxide with levels varying in 3%, 5% and 6% in the city of Teófilo Otoni- MG. 27 specimens were manufactured, submitted to consistency and compression tests with ages of rupture of 7, 14 and 28 days. Colored concrete is a type of exposed concrete, characterized by dispensing with the application of coatings in buildings. Three strokes T1, T2 and T3 were defined with theoretical fck of 18 MPa, 25 MPa and 40 MPa at 28 days respectively. The best results were obtained by the T1P3, T2P3 and T3P3 lines with the addition of 3% pigment in both tests. Significant resistance gains were observed at 7 and 14 days and a reduction at 28 days, at 7 days the gains were about 65% for T1P3, 60% for T2P3 and 82% for T3P3 in relation to theoretical resistance. The colored line that obtained the greatest resistance was T3P3, reaching a fck of 43.09 MPa at 14 days and the worst was T3P6 with 25.97MPa at 28 days. In the slaughter tests it was noted that the best workability was obtained with the addition of 3% being 4.5; 4.2 and 8.3 and it was observed that as the addition content increased, the measure of abatement of the mixture was reduced. The most recommended application for application in colored concrete, whose compressive strength was the closest to the theoretical values and the workability of the mixtures were better.

Keywords: Colored concrete, Pigment, Compressive strength.

1. Introdução

O objetivo deste trabalho foi analisar a trabalhabilidade e a resistência à compressão aos 7, 14 e 28 dias de traços de concreto com adição de teores distintos de pigmento inorgânico à base de óxido de ferro através de ensaios de abatimento e ensaios de compressão de 27 corpos de prova de concreto coloridos fabricados conforme disposto em normativos brasileiros.

Os agregados produzidos na cidade de Teófilo são oriundos das rochas das formações geológicas da região, caracterizada pela presença do mineral biotita, que também será levado em consideração neste trabalho, pois pode influenciar e alterar as propriedades do concreto.

O concreto é composto por uma mistura de cimento, água, agregados e quando necessário

aditivos ou adições, sendo o material construtivo mais utilizado do mundo (Pedroso, 2009).

Já os concretos coloridos são resultantes da adição de pigmentos à mistura do concreto ou seleção de agregados com colorações específicas, que confere cor ao material (Passuelo, 2004).

Estes concretos são caracterizados por serem aparentes, pois dispensam a aplicação de revestimentos nas edificações, promovendo a redução do tempo de execução da construção e das intervenções com manutenção (Valença e Prizskulnik, 2017).

O concreto colorido pode ser empregado para aplicações diversas tais como; demarcação de vias, pavers, fachadas, pavimentação entre outros. Sua utilização promove características estéticas diferenciadas e duráveis, sendo uma opção vantajosa e econômica para ser empregada por

exemplo em obras públicas para reorganização do espaço urbano (praças, ciclovias, casas populares etc).

A fabricação deste concreto requer maiores cuidados na execução a fim de minimizar efeitos como a eflorescência, caracterizado pela presença de manchas superficiais no concreto e garantir o controle da trabalhabilidade requerida ao adicionar colorantes na mistura, o que inicialmente pode contribuir para o custo mais elevado do material (Valença e Priszkulnik, 2017).

Segundo Sousa, Oliveira e Gomes (2020) os aditivos coloridos, popularmente conhecidos como pigmentos, podem ser líquidos ou em pó e são incorporados na mistura de cimento-água e agregados em teores mais baixos com o intuito de promover uma melhor fixação e controle do endurecimento do concreto.

Os pigmentos utilizados para a inserção de cores nos concretos podem ser classificados como orgânicos e inorgânicos, sendo os inorgânicos mais recomendados para aplicação em concretos, pois suas características promovem maior durabilidade e fixação da cor no concreto (Conceição, 2015).

Estudos sobre o comportamento da utilização de pigmentos em concretos precisam avançar, vejamos: “A utilização dos concretos coloridos na construção civil ainda gera dúvidas, sendo ainda pouco conhecido na região que compreende a cidade de Teófilo Otoni.” (Sousa; Oliveira e Gomes, 2020).

2. Características da Região

2.1 Localização da Área de Estudo

A cidade de Teófilo Otoni está localizada no Vale do Mucuri ao nordeste do Estado de Minas Gerais (MG), conforme Figura (1). Sua população compôs cerca de 134.745 habitantes no último censo de 2010 numa extensão territorial que compreende uma área de aproximadamente 3.242,27 km² (IBGE, 2018).

2.2 Geologia Regional

As principais formações geológicas que compreendem a região de Teófilo Otoni são a Tumiritinga e o Tonalito São Vitor, situados dentro do complexo Juiz de Fora (Gomes et al., 2012). Estas formações apresentam unidades litoestratigráficas compreendidas no período

neoproterozóico (1000 Ma) nos grupos de granitos sin- a tarditectônicos na suíte intrusiva galiléia e granito sintectônico no grupo rio doce respectivamente (CPRM, 1996).

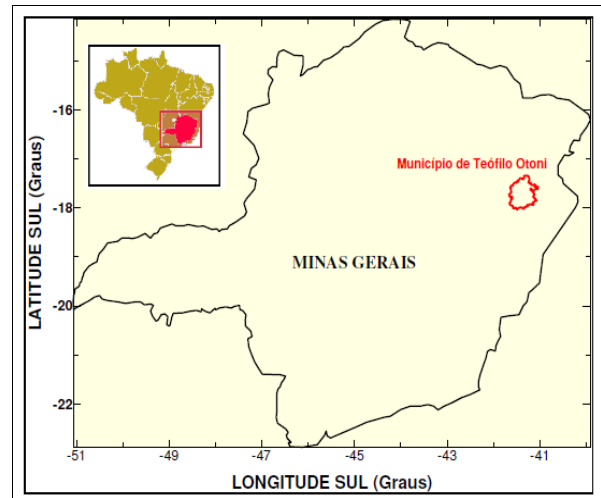


Figura 1 – Localização do Município de Teófilo Otoni - MG (Gomes et al., 2012).

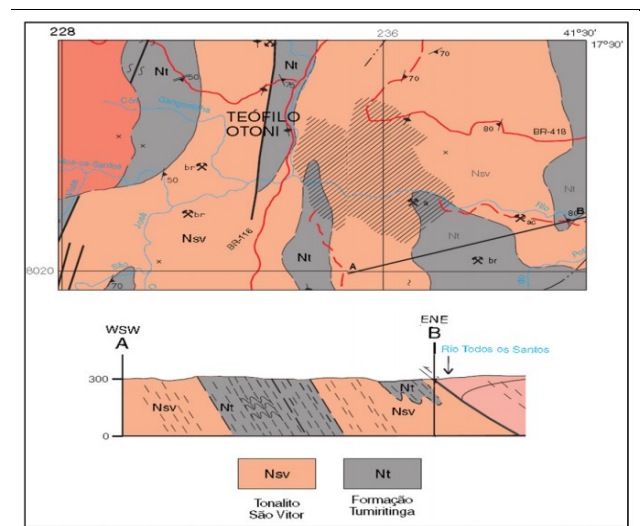


Figura 2 – Principais formações geológicas da região de Teófilo Otoni. Tumiritinga e Tonalito São Vitor (Gomes et al., 2012).

O Tonalito São Vitor apresenta predominância nas regiões leste, sudeste e centro-sul da Figura (2). Esta formação pode ser observada através de afloramentos isolados na estrada que liga Teófilo Otoni à Ladainha. Os principais tipos petrográficos presentes nestas rochas são biotita-tonalito e hornblenda-biotita tonalito de coloração cinza, granulação que varia de média a grossa, geralmente foliadas, subordinadamente apresentam textura de fluxo magmático com megacristais centimétricos de feldspato e os minerais predominantes são quartzo, plagioclásio e biotita (CPRM, 1996).

Já a formação Tumiritinga apresenta como litotipo principal a biotita gnaiss xistoso, de coloração cinza, granulação fina ocasionalmente média com bandamentos finos intercalados entre níveis mais quartzo-feldspáticos e níveis mais biotítico. Os minerais essenciais dos biotita gnaisses e xistos são o quartzo, plagioclásio, biotita, ortoclásio e cordierita e a foliação geralmente é milonítica (CPRM, 1996).

De forma geral a geologia de Teófilo Otoni é caracterizada pela presença de rochas biotita xisto, gnaisses, ocasionalmente mármore e sedimentos fluviais e argilas (Gomes et al., 2012).

O tipo de rocha empregados para a produção de agregados em Teófilo Otoni são de origem gnáissica, Figura (3). Segundo Parreira (2016) os gnaisses apresentam boa resistência mecânica, estabilidade química e baixo teor de impurezas.

As rochas gnáissicas são originadas por processos de metamorfismo oriundos da transformação de rochas sedimentares (paragnaisses) ou ígneas (ortognaisses). Essas rochas são caracterizadas por sua foliação incipiente e estrutura de bandamento composicional alternadas entre camadas fêlsicas (quartzo e feldspato) e máficas (biotita e anfibólio) (Best, 2008 apud Parreira, 2016).



Figura 3 – Agregado graúdo (brita 0) de origem gnáissica (Grupo pedreira Mix Mattar, 2020).

A biotita é um silicato de potássio, magnésio-ferro-alumínio hidratado, presente em rochas magmáticas, metamórficas e sedimentares. Este mineral pertence ao grupo das micas e sua presença pode ser detectada através do teor de ferro contido em sua composição. É caracterizada por sua clivagem perfeita, composta por folhas finas com

formato lamelar que variam de quebradiças à flexíveis e elásticas, Figura (4) (Parreira, 2016).

Algumas propriedades do mineral biotita pode ser observadas na Tabela (1).

Tabela 1 – Propriedades das biotitas (Parreira, 2016).

Propriedades da Biotita	
Fórmula Química	$K_2(Mg, Fe^{2+})_{6-4} (Fe^{3+}, Al, Ti)_{0-2} Si_{6-5} Al_{2-3} O_{20} (OH, F)_4$
Dureza	2,5 a 3,0
Densidade	2,8 a 3,2
Brilho	Reluzente
Diafaneidade e cor	Geralmente verde-escuro, castanho a preto, raramente amarelo-claro
Propriedades diagnósticas	Caracterizado por clivagem micácea e cor escura
Cristalografia	Sistema monoclinico, classe prismática
Propriedades óticas	Biaxial
Hábito	Placoso, laminado, foliado
Clivagem	Pinacóides basal perfeita {001}
Fratura	Devido a sua clivagem não apresenta fraturas, sim folhas finas flexíveis e elásticas
Traço	Branco

Segundo Parreira (2016) a biotita presente em agregados utilizados para a produção de concretos e argamassas promove alterações significativas nas suas trabalhabilidades e resistências devido ao seu formato lamelar, pois dificulta a aderência entre a pasta de cimento e os agregados, demandando uma maior quantidade de água na mistura para uma correta fluidez e para o preenchimento de espaços vazios.



Figura 4 – Quartzito com presença de lâminas de biotita em sua composição.

3. Metodologia

As metodologias empregadas para o desenvolvimento deste trabalho são de caráter

qualitativo e quantitativo. Foram utilizadas a pesquisa biográfica para compreensão e domínio acerca da temática abordada através da literatura existente disponível e a pesquisa experimental para obtenção de resultados mediante ensaios realizados em laboratório.

Os experimentos foram realizados seguindo os procedimentos prescritos nos normativos ABNT NBR 5738/2015: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova, ABNT NBR NM 67/1998 Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone e ABNT NBR 5739/1994 Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos.

Foram definidos 3 traços em massa T1, T2 e T3 com fck teórico de 18 MPa empregado em obras de concreto armado, 25 MPa utilizado para obras de reponsabilidade e 40 MPa para obras como pontes respectivamente. Estes traços foram baseados numa tabela de traços de rochas graníticas do Rio de Janeiro (RJ), conforme apresentado na Tabela (2).

Tabela 2 – Traços em massa utilizados para fabricação dos corpos de prova.

Traços de concreto em massa				
Traço	fck (MPa)	Consumo de cimento (Kg/m ³ de concreto)	Fator a/c (l/ Kg)	Traço em massa
T1	18	276	0,73	1: 2,71: 3,52
T2	25	344	0,61	1: 2,17: 2,94
T3	40	514	0,44	1: 1,08: 1,56

Foram fabricados um total de 27 corpos de prova de concreto colorido, sendo 9 com adição de 3% de pigmento da massa do cimento, 9 com a adição de 5% e 9 com adição de 6% , submetidos a ensaios de compressão com idades de rompimento previstas para 7, 14 e 28 dias a e ensaio de abatimento (*Slump Test*).

Os traços coloridos foram identificados conforme sua composição, ou seja, o traço 1 com adição de 3% foi designado T1P3, com o acréscimo de 5% T1P5, com 6% T1P6 e assim sucessivamente para os demais traços, conforme identificado na Tabela (3).

Tabela 3 – Composições de cada traço com variação no teor de adição de pigmento.

Teor	T1	T2	T3
3%	T1P3	T2P3	T3P3
5%	T1P5	T2P5	T3P5
6%	T1P6	T2P6	T3P6

Segundo Corsini (2011) o teor máximo de pigmento recomendado para aplicação em concretos é de aproximadamente 8% sobre a quantidade de cimento. A engenheira química, Giselle Martins cita que “Existem estudos que comprovam que acima de 8% de pigmento há saturação, e não se consegue obter uma cor mais viva” e complementa ainda que a incorporação de finos em grandes proporções pode contribuir para a perda na resistência mecânica do concreto (Corsini, 2011).

Os experimentos foram realizados na concreteira grupo pedreira Mix Mattar localizada na cidade de Teófilo Otoni. Os materiais empregados na fabricação das misturas foram: cimento Portland de alto forno com escória, do tipo CPIII – E – 32, da marca Cauê; brita 0 e areia artificial com 3% de umidade, ambas de origem gnáissica, água da rede de abastecimento público e pigmento inorgânico à base de óxido de ferro de coloração vermelha, da marca LANXESS.

Para o processo de fabricação dos corpos de concreto foram realizados inicialmente cálculos para a dosagem dos materiais empregados para cada traço em massa.

Para maior precisão das quantidades de cada material utilizado nas misturas contou-se com o auxílio de uma balança eletrônica da marca Toledo para medição dos agregados e *balança digital pBalmak ELP – 10* para medição do cimento, pigmento e água conforme apresentado, Figura (5).



Figura 5 – Pesagem do agregado graúdo para a mistura do concreto.

As misturas dos materiais empregados para a fabricação dos concretos foram realizadas de forma mecânica através de uma betoneira da marca CSM, conforme apresentado na Figura (6), resultando em misturas de concreto no estado fresco.



Figura 6 – Mistura mecânica dos materiais constituintes das misturas dos concretos.

Após retiradas da betoneira, foram medidas as temperaturas de cada mistura, sendo posteriormente submetidas a ensaios de abatimento para medida das consistências dos concretos conforme descrito na NBR NM 67/1998, Figura (7).



Figura 7 – A esquerda mistura de concreto colorido no estado fresco e a direita medida da consistência (*Slump Test*).

Parte das misturas foram alocadas em moldes cilíndricos com dimensões de 20 x 10 cm e área de 78,54 cm² sendo distribuídas em duas camadas adensadas manualmente com haste de aço com 12 golpes em cada camada, Figura (8), seguindo os procedimentos dispostos na NBR 5738/2015 onde ficaram por 48 horas até o seu endurecimento, Figura (9).

De acordo com a NBR 5738 (ABNT, 2015) a haste de adensamento deve ser de aço, cilíndrica, com superfície lisa, de $(16,0 \pm 0,2)$ mm de diâmetro e 600 mm a 800 mm de comprimento, de forma semiesférica com um ou os dois extremos, e diâmetro igual ao da haste.



Figura 8 – Adensamento da mistura nos corpos de prova cilíndricos com auxílio da haste de aço.



Figura 9 – Moldes preenchidos com as misturas adensadas.

Após endurecidos os concretos foram retirados dos moldes e armazenado em um reservatório contendo água para cura úmida dos corpos de prova de concreto aos 7, 14 e 28 dias, Figura (10).

Segundo Metha e Monteiro (2008) a cura do concreto é um termo que está atrelado ao conjunto de condições que proporcionam a hidratação do cimento, tais como: tempo, temperatura e umidade a partir do lançamento da mistura do concreto na fôrma.

Para determinada relação água/cimento quanto maior o tempo de cura maior a resistência do concreto, visto que as partículas do cimento passam por um período maior de hidratação melhorando as propriedades do concreto e conseqüentemente contribuindo para o aumento de sua resistência (Metha e Monteiro, 2008).



Figura 10 – Corpos de prova submetidos à cura úmida.

Os corpos de prova quando retirados do reservatório de água foram submetidos a um processo de retirada das suas extremidades através de uma máquina retifica da marca *Stuhert* (Figura 11).

Segundo a ABNT NBR 5738/2015 o processo de retificação de corpos de prova consiste na remoção mecânica de uma fina camada das suas bases assegurando superfícies planas, sem ondulações e abaulamentos e garantindo que não ocorra interferência na resistência potencial do concreto submetido à ensaio de compressão.



Figura 11 – Retificação dos corpos de prova de concreto.

Os concretos retificados foram submetidos a ensaios de compressão através de uma prensa elétrica digital da marca Solocap com precisão de $\pm 1\%$ que admite carga máxima de 1000 kN para obtenção das resistências dos concretos aos 7, 14 e 28 dias (Figura 12).



Figura 12 – Corpo de prova submetido ao ensaio de compressão em prensa elétrica.

As resistências obtidas através dos ensaios de compressão são expressas em kN e convertidas em MPa através da Fórmula (1), foram comparadas com as teóricas para cada traço a fim de avaliar a influência dos pigmentos nos concretos e identificar possíveis interferências.

$$fck (MPa) = \frac{(fck(kN))}{9,81} \times 100 \quad (1)$$

4. Resultados e discussões

Os resultados obtidos nos ensaios de compressão dos corpos de prova de concretos coloridos são apresentados na Tabela (4).

Tabela 4 – Resultados obtidos através dos ensaios de compressão dos corpos de prova cilíndricos.

Resultados dos ensaios de compressão				
Composição	fck	Resistências (MPa)		
		7 dias	14 dias	28 dias
T1P3	18	11,70	15,06	16,39
T1P5		9,61	21,96	15,73
T1P6		8,53	10,12	14,40
T2P3	25	15,07	21,80	23,50
T2P5		18,23	22,39	19,76
T2P6		16,60	23,13	22,43
T3P3	40	32,82	43,09	36,69
T3P5		25,77	38,48	35,63
T3P6		24,62	42,51	25,97

Para facilitar a visualização e entendimento das resistências obtidas estes resultados foram expressos graficamente conforme apresentado nas Figuras (13), (14) e (15).

A Figura (13) corresponde as resistências obtidas através do rompimento dos traços de concretos coloridos, T1, T2 e T3 aos 7 dias.

Conforme os resultados apresentados na Figura (13) observa-se que houve ganhos significativos de resistências aos 7 dias, principalmente nos traços com adição de 3%, atingindo cerca de 65% para T1P3, 60% para T2P3 e 82% para T3P3 em relação as resistências teóricas para cada traço.

Com a adição de 6% nota-se que houve uma queda da resistência em cerca de 27% para T1P6 e 25% para T3P6 em relação aos traços com adição de 3%, entretanto foi observado um comportamento atípico no traço 2, visto que apresentou maior resistência com adição de 5% de pigmento na mistura (T2P5), obtendo 18,23 MPa e menor resistência com acréscimo de 3% (T2P3), obtendo apenas 15,07 MPa. O traço T2P6 obteve um ganho de 9% em relação a T2P3.

A Figura (14) apresenta as resistências obtidas dos traços rompidos aos 14 dias.

Diante dos resultados apresentados na Figura (14) observa-se que os traço colorido que obteve maior ganho de resistência foi T3P3, atingindo um fck de 43,09 MPa, ultrapassando cerca de 7% da resistência teórica do traço 3, 40 MPa aos 28 dias.

Na composição T3P5 nota-se uma redução de cerca de 11% da resistência em relação a T3P3, já em T3P6 ocorreu um ganho de 9% em relação a T3P5.

A composição que apresentou menor ganho de resistência foi T1P6, atingindo apenas 10,12 MPa, cerca de 44% menor que o fck teórico para o traço 1, 18 MPa aos 28 dias, já T1P5 apresentou um ganho de cerca de 18% em relação a resistência teórica desse traço.

As composições do traço 2 apresentaram pequenas variações com as adições, sendo 21,80 MPa para T2P3, 22,39 MPa para T2P5 e 23,13 MPa para T2P6.

A Figura (15) corresponde às resistências obtidas através dos ensaios de compressão dos traços coloridos rompidos aos 28 dias.

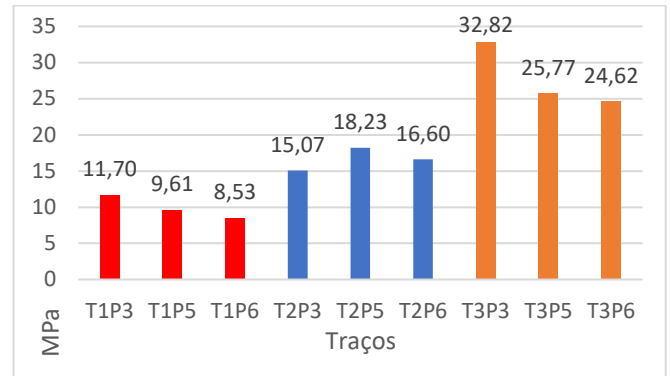


Figura 13 – Resultados dos traços coloridos rompidos aos 7 dias.

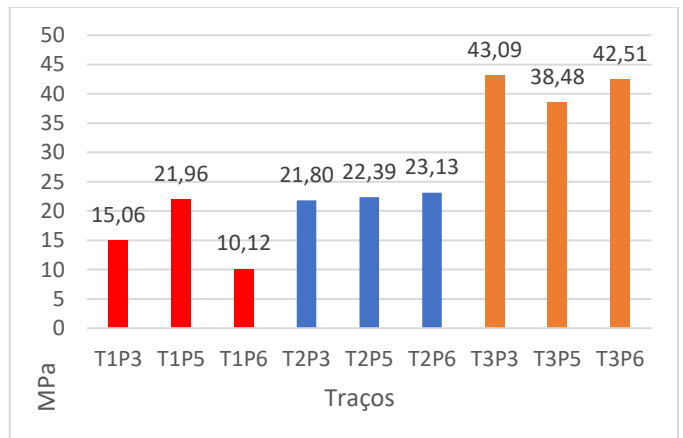


Figura 14 - Resultados dos traços coloridos rompidos aos 14 dias.

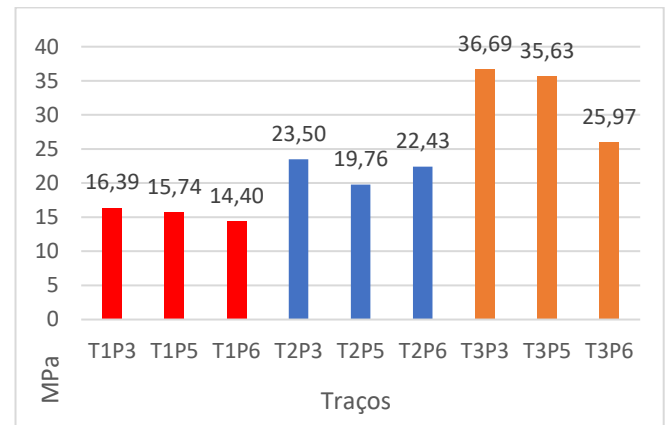


Figura 15 – Resultados dos traços coloridos rompidos aos 28 dias.

De acordo com a Figura (15) é possível notar que nenhum dos traços coloridos atingiu as resistências teóricas aos 28 dias. Os traços que obtiveram fck mais próximos dos teóricos foram; T1P3 atingindo 16,39 MPa de 18 MPa, T2P3 com 23,50 MPa de 25 MPa e T3P3 atingiu 36,69 MPa de 40 MPa. Estas resistências obtidas corresponderam a mais de 90% dos fck teóricos para cada traço.

A composição T2P6 que apresentou um ganho de cerca de 12% em relação a T2P5, T1P6 obteve uma queda de cerca de 9% em relação a T1P5, já T3P6 apresentou uma redução ainda mais significativa, sendo cerca de 27% em relação a T3P5.

Já os resultados obtidos através do ensaio para determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone (*Slump Test*) são apresentados na Tabela (5).

A NBR NM 67/1998 especifica que para o ensaio de abatimento da mistura do concreto, deve ser utilizado um molde no formato tronco de cone oco, com dimensões pré-estabelecidas, sendo diâmetro de base inferior de 200mm +- 2mm, diâmetro da base superior de 100mm +- 2mm e altura de 300mm +-2mm para inserção da mistura, além de uma haste de compactação com seção circular, diâmetro de 16mm e comprimento de 600mm para adensar a mistura inserida no molde.

A consistência do concreto é a medida obtida pela diferença entre a altura do molde e altura da mistura do concreto após retirado do molde, esse resultado remete ao quão trabalhável aquela mistura é (NBR NM 67, 1998).

Tabela 5 – Resultados dos ensaios de abatimentos das misturas do concreto fresco.

Composição	Temp (°C)	Abatimento (cm)
T1P3	30,2	4,5
T2P3	30,2	4,2
T3P3	30,2	8,3
T1P5	28,3	3,4
T2P5	29,9	3
T3P5	28,5	4,5
T1P6	28,6	1,5
T2P6	27,4	2
T3P6	29,3	1,7

Conforme os resultados obtidos na Tabela (5) percebe-se que houve uma redução da trabalhabilidade do concreto a medida em que se aumentava o teor de pigmento na mistura.

As composições que apresentaram resultados mais expressivos foram as do traço 3, possivelmente pelo fato de ser o traço que apresenta maior

consumo de cimento em sua composição, minimizando o efeito do pigmento. Nota-se que a medida do abatimento da mistura para este traço reduziu em cerca de 46% de T3P3 para T3P5 e em 80% de T3P3 para T3P6.

O teor de adição em que foi observado os melhores resultados foi nos traços com adição de 3% (T1P3, T2P3 e T3P6), sendo 4,5; 4,2 e 8,3 respectivamente. Já as menores medidas foram com adição de um teor de 6% (T1P6, T2P6 e T3P6), sendo 1,5; 2 e 1,7.

Aguiar (2006) explica que a adição de pigmento na mistura do concreto dificulta a interação entre os grãos do pigmento e cimento contribuindo para a existência de espaços vazios no concreto, consequentemente contribuindo para a redução da sua resistência.

5. Conclusão

Diante dos resultados obtidos neste trabalho foi possível verificar que a adição de materiais contendo óxido de ferro, principal componente do pigmento, podem interferir na resistência à compressão do concreto.

As resistências obtidas aos 7 dias com adição de 3% corresponderam a mais da metade dos fck teóricos para cada traço, atingindo cerca de 65% para T1P3, 60% para T2P3 e 82% para T3P3.

O traço colorido que apresentou maior ganho de resistência foi T3P3, atingindo um fck de 43,09 MPa aos 14 dias, ultrapassando o fck teórico de 40 MPa aos 28 dias. Em contrapartida o traço que obteve maior redução neste mesmo período foi T1P6, atingindo uma resistência de 10,12 MPa para um fck teórico de 18 MPa aos 28 dias.

Os melhores resultados foram percebidos nos traços coloridos com acréscimo de 3% de pigmento, sendo esta porcentagem a mais recomendada para a aplicação de concretos coloridos.

O aumento percentual da adição de pigmento na mistura também contribuiu para dificultar a trabalhabilidade e reduzir a resistência do concreto.

Para uma maior confiabilidade e precisão dos resultados é necessário que sejam desenvolvidos traços que apresentem as características e peculiaridades dos agregados utilizados para produção de concretos na cidade de Teófilo Otoni.

Referencias

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2015. NBR 5738: *Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova*. Rio de Janeiro: ANBT.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1994. NBR 5739: *Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos*. Rio de Janeiro: ANBT.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1998. NBR NM 67: *Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone*. Rio de Janeiro: ANBT.
- Aguiar, C.A., 2006. *Concreto de cimento Portland branco estrutural: Análise da adição de pigmentos quanto à resistência à compressão*. Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Conceição, L.B., 2015. *Estudo da tecnologia e aplicação do concreto colorido em habitações de interesse social*. Projeto de graduação em engenharia civil. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Corsini, S., 2011. *Paleta de Cores*. Revista *Téchne*, ed. 172. Não paginado. Disponível em: <http://techne17.pini.com.br/engenharia_civil/172/artigo286837-2.aspx> [Acessado em 18 maio 2019].
- CPRM - Companhia de pesquisa de recursos minerais, 1996. *Projeto Leste: Folha SE 24 - V-CIV – Teófilo Otoni*. Carta Geológica. Serviço Geológico do Brasil. Belo Horizonte.
- 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.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019. *Área da unidade territorial: Área territorial brasileira*. Rio de Janeiro.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018. *População estimada: Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2018*. Rio de Janeiro.
- Metha, P.K. and Monteiro, P.O.M., 2008. *Cápítulo 2: Microestrutura do concreto*. Concreto: Microestrutura, propriedades e materiais, 3rd ed. São Paulo.
- Parreira, H.M.T.B., 2016. *Remoção de Biotita em Areias de Brita Utilizando Separador Magnético de Alta Intensidade a Seco*. Rio de Janeiro.
- Passuelo, A., 2004. *Análise de parâmetros influentes na cromaticidade e no comportamento mecânico de concretos à base de cimento branco*. Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Pedroso, F.L., 2009. *Concreto: material construtivo mais consumido no mundo*. Revista Ibracon. Instituto Brasileiro De Concreto. Concreto E Construções, XXXVII(53), pp.14-19.
- Grupo Pedreira Mix Mattar, 2020. *Brita 0 ou pedrisco*. Disponível em: <<https://grupopedreiramat tar.com.br/>> [Acessado em 10 de outubro 2020].
- Piovesan, A., 2009. *Estudo sobre a influência da adição de pigmentos em propriedades de durabilidade e na cromacidade do concreto de cimento Portland branco*. Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- 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.
- Valença, J.V and Prizskulnik, S., 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.