Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni - Dezembro de 2018

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O CONCRETO USINADO E O CONCRETO PRODUZIDO NO CANTEIRO DE OBRA

COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN THE USINED CONCRETE AND THE CONCRETE PRODUCED IN THE CONSTRUCTION SITE

Rodrigo Alves Siqueira
Graduado, Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil
E-mail: rodrigo@gmail.com

Altamiro Junior Mendes Silva
Mestre, Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil
E-mail: altamirojms@gmail.com

Paulo Toledo Ribeiro
Mestre, Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil
E-mail: pauloagroribeiro@hotmail.com

Pedro Emílio Amador Salomão
Mestre, Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil
E-mail: pedroemilioamador@yahoo.com.br

Resumo

O concreto é um dos principais materiais utilizados na construção civil, por isso muitas são as normas técnicas criadas garantir a qualidade devida em sua fabricação. Na maioria das obras principalmente nas de médio e pequeno porte o concreto é usualmente fabricado no próprio canteiro de obra, cenário este que vem mudando desde a crescente introdução de usinas concreteiras no mercado. As usinas concreteiras devem seguir todas as normas de fabricação de cada tipo de concreto garantindo assim melhor produto para seus consumidores. Ainda assim, a produção de concreto no canteiro de obra é bastante comum, principalmente sem acompanhamento técnico e mão de obra especializada. Este trabalho visa comparar a resistência à compressão de amostras de concreto usinado, produzidos em usinas concreteiras, e concreto convencional, produzido em canteiro de obra. Para tal analise foram moldados 9 corpos de prova para cada tipo de concreto, posteriormente os mesmos foram submetidos a testes de resistência a compressão para idades de 7, 14 e 28 dias, para então ser feita uma análise crítica da resistência apresentada por cada um. Após a realização dos testes foi verificado que nos primeiros sete dias o concreto usinado apresentou melhor desempenho, alcançando sua resistência máxima em apenas 7 dias de cura.

Palavras - chave: Concreto, convencional, usinado, canteiro de obra, desempenho.

Abstract

The material is a material used in construction, so they are often of quality. Most of the time, the medium and small size is almost the same as the construction site. Companies must have

all the manufacturing standards for each type of work, ensuring the best for their consumers. Still, the production of concrete can not be so common, especially without the labor of hand and skilled labor. This work aims at the compressive strength of samples of particulate material, the plates in concrete plants, and the conventional in concrete, produced in construction site. In order to do so, 9 test segments were molded for each type of material and then submitted to resistance tests for the ages of 7, 14 and 28 days, for which a critical resistance analysis was performed for each one. After the tests, it was found that in the first seven days the placebo used better performance, reaching its flexibility in only 7 days of cure.

Key words: Concrete, conventional, machined, construction site, performance.

1. Introdução

O concreto é um dos materiais mais utilizados para realização de construções no Brasil e no mundo por sua versatilidade, facilidade na produção e no manejo, durabilidade, economia, alta resistência à água, entre outros. Trata se de um material composto de cimento Portland, agregados graúdos, (pedras), e agregados miúdos, (areias).

A principal característica do concreto é a alta resistência a compressão, e para isto, faz se necessária excelência em sua qualidade, possibilitando assim que o mesmo consiga alcançar sua resistência máxima. Atualmente, os concretos são produzidos em centrais de usinagem, concreteiras, que seguem rigoroso padrão de qualidade de acordo com as normas especificas. (HELENE E ANDRADE, 2007).

De acordo com Petrucci (1978) frequentemente tem-se o uso de aditivos, cujo objetivo é melhorar ou conferir propriedades especiais ao concreto, como impermeabilidade, diminuição do calor de hidratação, aumento da durabilidade, maior plasticidade quando fresco, rápido aumento da resistência quando endurecido, entre outras.

Em grande parte das obras de construção civil, principalmente as de pequeno porte, o concreto é produzido no próprio local, sem acompanhamento técnico e mão de obra qualificada.

Estima se que o concreto produzido no canteiro de obra não consiga atingir a resistência máxima esperada. Para tal averiguação, este trabalho faz uma comparação de resistência do concreto usinado, produzido em concreteira, e o concreto convencional, produzido no canteiro de obra, ambos com mesmo tempo de cura e resistência máxima esperada de 25 Mega Pascal (Mpa).

2. Materiais e métodos

Esta pesquisa se trata de um estudo comparativo-qualitativo que se dá através da comparação entre o concreto usinado e o concreto produzido no canteiro de obras. Inicialmente foi necessário fazer uma revisão literária para melhor entendimento a respeito do

tema da pesquisa. Após, foi necessária uma visita técnica a uma empresa concreteira para acompanhar, coletar e testar as amostras do concreto usinado. Foi feito também uma visita aleatória a obras de pequeno porte sem acompanhamento técnico para obter amostra do concreto produzido no canteiro de obra. A partir de então, foram realizados os seguintes procedimentos:

- Inicialmente foi realizado o Teste slump que verifica o abatimento do concreto, conforme NBR 67 que especifica um método para determinar a consistência do concreto através da medida do seu abatimento;
- Moldagem e cura dos corpos-de-prova com dimensão de 10x20cm conforme NBR5738 que prescreve como deve ser a moldagem e cura de corpos- de prova cilíndrico;
- Rompimento de 18 corpos de prova por teste de compressão, sendo 3 corpos-de-prova para cada idade de 7, 14 e 28 dias conforme NBR5739, que determina os procedimentos e equipamentos pelos quais devem ser ensaiados os corpos-de- prova cilíndricos.

Ambos os concretos foram produzidos a fim de obter resistência à compressão igual a 25 Mpa em seu tempo final de cura de 28 dias. Para confecção dos corpos de prova do concreto usinado, foram utilizados os materiais descritos na tabela TAB 01.

TABELA 01: materiais utilizados na confecção do concreto usinado e suas respectivas quantidades em Kg.

Relação Material para 1 m^3 de concreto – resistência 25 Mpa			
Materiais	**Descrição**	**Fabricante**	**Quantidade (KG)**
Cimento	Cimento Portland CP III – 40 RS	CAUÊ	281
Areia	Areia média usinada	Pedreira Mattar	810
Pedra 1	Brita 0	Pedreira Mattar	360
Pedra 2	Brita 1	Pedreira Mattar	758
Água	-	-	80 a 110
Aditivo 2	Muraplast FK 97	MC-Bauchemie	2,1

Fonte: Própria do autor

No concreto usinado, foram utilizados os materiais conforme TAB. 01 e descritos abaixo:

Segundo (ALMEIDA, 2002), o cimento é o produto resultante da mistura sintetizada do calcário e argila, onde são aquecidos e moídos para obtenção de uma textura fina. O cimento utilizado é do tipo Portland CP III – 40 RS de marca fabricante CAUÊ.

Os agregados normalmente utilizados são de origem naturais, são eles: areia, cascalho de rio, pedra britada, areias obtidas em pedreiras. Existem ainda os agregados artificiais como escoria de alto-forno, argila expandida ou sintetizada porém é menos utilizado nos concretos convencionais (ALMEIDA, 2002).

Os agregados se dividem entre agregados miúdos (pó de pedra, areia e siltes) e agregados graúdos (seixo rolado brita e argila expandida). Suas formas e conformação influenciam diretamente nas propriedades de aderência do concreto.

Para obtenção dos agregados de acordo com as exigências do concreto utilizado, faz se necessário o ensaio granulométrico da areia, que consiste em separar os grãos de acordo com o tamanho necessário. Para isto foi utilizado o Agitador de Peneiras conforme FIG. 01. Utilizou- se peneiras com abertura de 4,75, 2,36, 1,18, 0,6, 0,3, 0,15 mm / µm e Fundo. Tanto o agitador quanto as peneiras, foram fabricadas pela marca SOLOCAP.

FIGURA 1: Agitador de Peneiras da marca SOLOCAP, utilizada para realizar ensaio granulométrico.



Fonte: Própria do autor

Foram realizados dois ensaios granulométricos, denominados ensaio “a” e “b”, na FIG 02 podemos observar as massas retidas nas peneiras, variação de massa retida, massa retida media, massa retida acumulada, módulo de finura, diâmetro máximo, etc. De acordo com a NBR NM 248:2003.

FIGURA 2: Realização de Ensaios Físicos do Agregado Miúdo

REALIZAÇÃO DE ENSAIOS FISICOS DO AGREGADO MIÚDO

Data:	1) GRANULOMETRIA DO AGREGADO MIÚDO - NBR NM 248:2003										
Abertura da malha das peneiras (mm)	a) massa inicial seca (gr) = 965,0				(Vr)	(Mrm)	(Mra)	Faixas em relação as % retidas acumuladas			
	b) massa inicial seca (gr) = 974,0				Massa retida	Massa retida	Massa retida	Limites Inferiores		Limites Superiores	
	Mrg) Massa retida (gr)		Mr%) Massa retida (%)		Variações	média	acumulada	Zona	Zona	Zona	Zona
	Ensaio a	Ensaio b	Ensaio a	Ensaio b	± 4 %	(%)	(%)	Utilizável	Ótima	Utilizável	Ótima
9,5	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0	0	0	0
6,3	0,0	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0	0	0	7
4,75	0,0	1,0	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0	0	5	10
2,36	133,0	160,0	13,8%	16,4%	2,6%	15,1%	15,2%	0	10	20	25
1,18	189,0	221,0	19,6%	22,7%	3,1%	21,1%	36,3%	5	20	30	50
0,6	235,0	253,0	24,4%	26,0%	1,6%	25,2%	61,5%	15	35	55	70
0,3	146,0	140,0	15,1%	14,4%	0,8%	14,8%	76,2%	50	65	85	95
0,15	120,0	94,0	12,4%	9,7%	2,8%	11,0%	87,3%	85	90	95	100
Fundo	142,0	105,0	14,7%	10,8%	3,9%	12,7%	100,0%	100	100	100	100
Mt) Total Σ	965,0	974,0	**Módulo de Finura = 2,76**					**Diâmetro máximo = 2,4**			

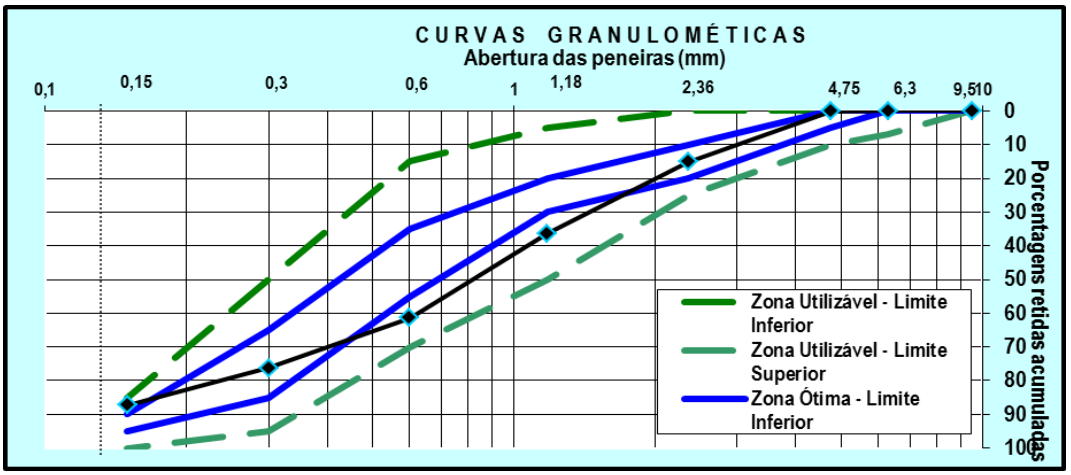
Mt = (Σ de Mrg) **Mr%** = (Mrg / Mt) *100 **Vr** = (Mr% ensaio a - Mr% ensaio b) **Mrm** = (Mr% ensaio a + Mr% ensaio b)/2 **Mra** = (Σ Mrm Massa retida media)

Módulo finura = Σ % retidas acumuladas, nas peneiras da serie normal / 100 **D. máximo** = abertura da peneira na qual apresenta % retida acumulada ≤ 5%

Fonte: UDESC - UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA

No FIG. 03 é apresentado o gráfico da Curva Granulométrica, demonstrando os limites de utilização do agregado. Na Curva Granulométrica pode-se observar se o agregado esta dentro dos limites exigidos, para que posteriormente possa ser utilizado.

FIGURA 3: Curva Granulométrica



Fonte: UDESC - UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA

Não há restrições quanto à água utilizada, apenas são necessárias precauções quanto à água de pântano, rejeito industrial, e agua do mar para alguns tipos de estruturas por causa do teor de elevado de sal ou substancias químicas. A quantidade de água é dada pelo fator de água cimento, quanto menor o teor de água, maior a resistência do concreto (ALMEIDA, 2002).

Os aditivos em geral têm por finalidade a melhoria da qualidade do concreto, cada um com suas finalidades. Considera- se aditivos a incorporação de menos de 5% do peso de cimento, por exemplo: plastificantes, incorporadores de ar, retardadores der pega, aceleradores de pega, aceleradores de endurecimento, colorantes, impermeabilizantes; e adições àqueles produtos acrescentados ao concreto em quantidades maiores que 5% (ALMEIDA, 2002).

Foi utilizado o aditivo Muraplast FK 97 (Aditivo plastificante multifuncional de pega normal) para ambos os concretos.

Segundo o (Manual Técnico: "linha de Produtos", MC-Bauchemie, 2016/17, pag.154),

> Muraplast FK 97 age como um agente dispersor das partículas de cimento, evitando sua aglomeração e reduzindo a tensão superficial da água da mistura. Como consequência da melhor distribuição das partículas de cimento e do agregado, obtêm-se uma melhora na coesão e trabalhabilidade do concreto**.**

O concreto produzido no canteiro de obra foi confeccionado de acordo com a relação de materiais da TAB. 02.

TABELA 2: materiais utilizados na confecção do produzido no canteiro de obra e suas respectivas quantidades em kg.

Relação Material para 1 m^3 de concreto – resistência 25 Mpa

Materiais	Descrição	Fabricante	Quantidade estimada (KG)
Cimento	Cimento Portland CP III – 40 RS	CAUÊ	260
Areia	Areia média usinada	Pedreira Mattar	760
Pedra 1	Brita 1	Pedreira Mattar	980
Água	-	-	Indeterminado

Fonte: Própria do autor

Ao final será feito uma comparação dos resultados obtidos e demonstrados em gráfico.

3. Resultado e discussão

O teste slump que consiste em retirar o concreto antes da aplicação e preencher em três camadas de volumes iguais nos moldes limpos e umedecidos. Cada camada é adensada com 25 golpes uniformemente distribuídos, posteriormente, retira-se o funil e coloca ao lado da amostra, e então apoiar sobre ele a haste em direção à amostra para que seja possível medir a distancia entre o topo da amostra ate a haste, e então fazer anotações dos resultados obtidos. NBR NM 67 (ABNT, 1998).

FIGURA 4: Material utilizado para *Slump Teste*



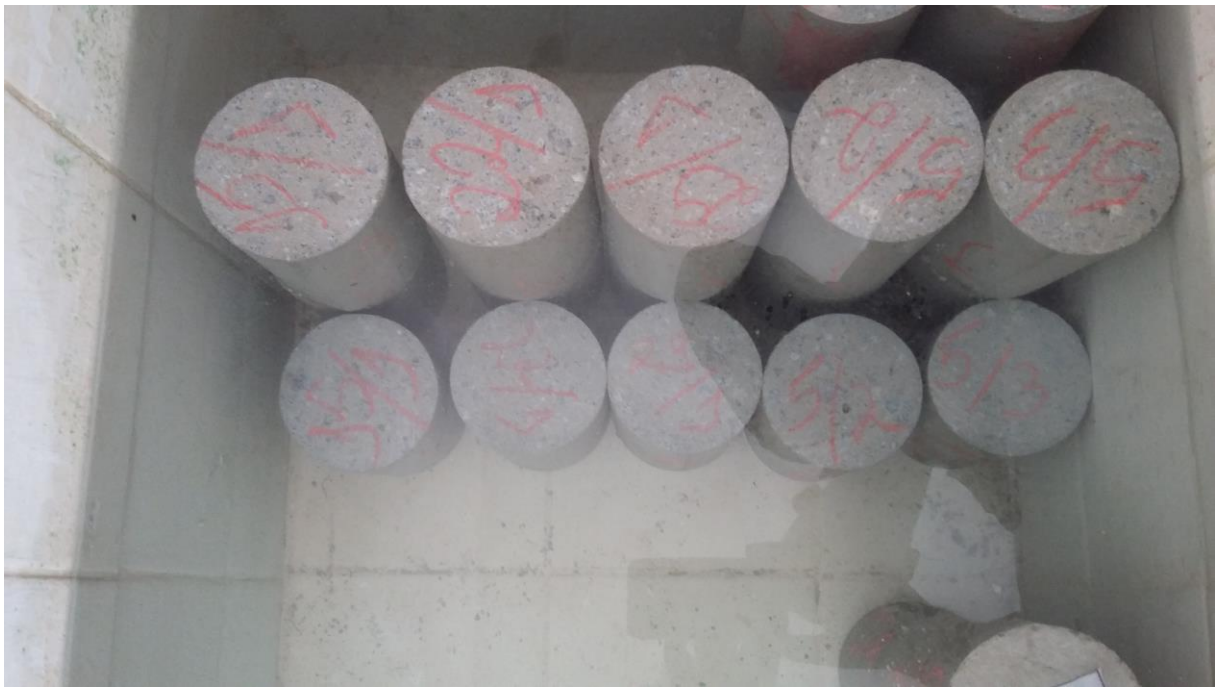
Fonte: Própria do autor.

O resultado de abatimento obtido no teste slump para o concreto usinado foi de 120 mm enquanto o concreto produzido no canteiro de obra obteve abatimento de 140 mm.

Os corpos de provas foram moldados em formato cilíndrico e prismáticos com dimensões de 100mm x 200mm, preenchidos de concreto em duas camadas sucessivas, cada camada recebe 12 golpes com a haste de socamento, os corpos-de-prova são desformados e submetidos ao processo de cura após 24 horas da sua moldagem. Em seguida, de acordo com a NBR 5739, os corpos-de-prova foram deixados no seu tempo de cura por 7, 14 e 28 dias. E então submetidos ao teste de compressão conforme NBR 7222 (ABNT, 2011).

As amostras são utilizadas para testar a propriedades quanto à resistência à compressão, módulo de elasticidade, etc, através de uma prensa hidráulica. NBR 5738 (ABNT, 2015)

Figura 5: Corpos-de-prova



Fonte: Própria do autor

Para a realização do teste de compressão dos corpos-de-prova, foi utilizada uma prensa hidráulica automática modelo LM-02 de marca SOLOCAP, com carga máxima de 1000KN com controle manual de velocidade de carga.

De acordo com a NBR 7222 (ABNT, 2011), os corpos-de-prova são submetidos à uma carga continua, até que atinja sua resistência máxima e ocorra o seu rompimento. Assim a prensa identifica o momento exato da ruptura, exibindo na tela digital a carga máxima em KN recebida pela amostra. Os resultados são anotados em caderno de relatório, depois convertidos em Mega Pascal (Mpa).

O valor da carga é dado em Kn , sendo assim convertido em Mpa.

FIGURA 6: Prensa hidráulica automática modelo LM-02



Fonte: Própria do autor.

A Tab. 3 apresenta os valores de resistência, em Mpa, encontrados para o concreto usinado em relação ao tempo de cura, dado em dias. Com sete dias de cura foram rompidos três corpos de prova que apresentaram uma resistência média de 25,85 Mpa. Com quatorze dias foram rompidos mais três corpos de prova que apresentaram resistência média de 27,91 Mpa. Com vinte e oito dias foram rompidos três corpos de prova restante, que apresentaram resistência média de 31,72 Mpa.

TABELA 3: Tabela de valores de resistência do concreto usinado 25 Mpa.

Tempo (dias)	Corpo de prova	Resistencia (Mpa)	Média de resistência (Mpa)
7	1	26,19	25,85
	2	25,41	
	3	25,95	
14	4	26,88	27,91
	5	28,50	
	6	28,36	

	7	31,79	
28	8	31,16	31,72
	9	32,23	

Fonte: Própria do autor

Para o concreto feito em obras, os três primeiros corpos de prova rompidos com sete dias apresentaram resistência média de 11,81 Mpa. Com quatorze dias outros três corpos de prova apresentaram 17,86 Mpa. Para os três últimos corpos de prova rompidos com 28 dias encontrou média de resistência de 20,58 Mpa. Como apresentado na TAB. 4.

Ainda de acordo com a TAB. 4 notamos que o valor de 19,66 Mpa foi superior em relação aos demais concretos convencionais, porem o mesmo, apesar de fabricado em canteiro de obra, foi produzido com acompanhamento técnico de engenheiros.

TABELA 4: Tabela de valores de resistência do concreto usinado 25 Mpa feito no canteiro de obra.

Tempo (dias)	Corpo de prova	Resistencia (Mpa)	Média de resistência (Mpa)
	1	19,66	
7	2	8,04	11,81
	3	7,74	
	4	25,22	
14	5	13,12	17,86
	6	12,66	
28	7	30,00	20,58
	8	16,65	

9	15,09

Fonte: Própria do autor

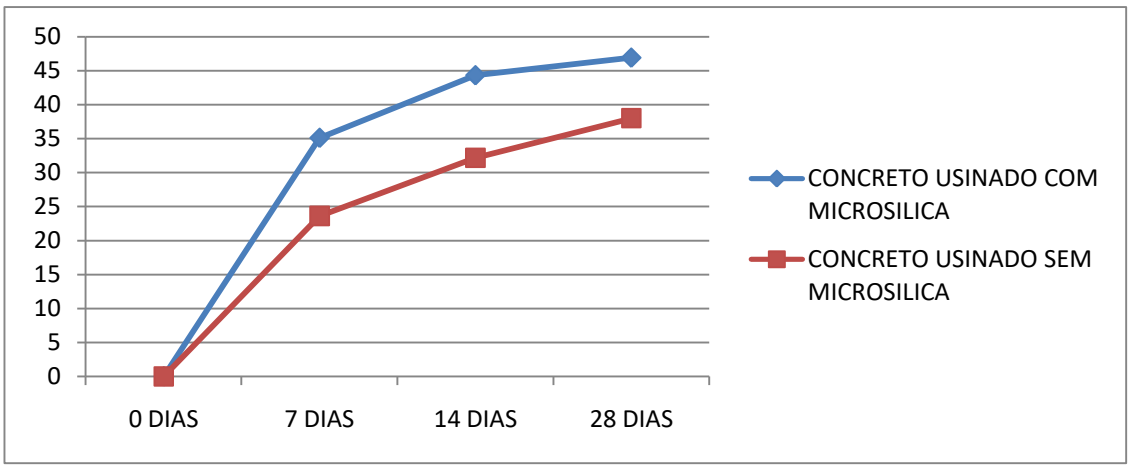
Observa se que ao sétimo dia de cura o concreto usinado apresentou 100,31% da resistência esperada para o produto final no período de 28 dias, enquanto o concreto fabricado no canteiro de obra apresenta 67,46% no mesmo período de tempo, o que dá uma diferença de 32,85%.

Ao décimo quarto dia o concreto usinado apresentou resistência bem superior em relação ao esperado do produto final, cerca de 26,63% além. Na mesma data, o concreto usinado sem adição de sílica apresentou resistência de 32,17 Mpa o que corresponde a 91,91% da resistência do produto final no vigésimo oitavo dia.

Ao final dos ensaios, ao vigésimo oitavo dia de cura, ambas amostras apresentaram resistência superior ao mínimo esperado. O concreto usinado com adição de sílica apresentou resistência 34% superior à mínima esperado ao produto final, e 26% em relação ao concreto usinado sem adição de sílica.

No gráfico 01 podemos observar o comportamento de ambos concretos em estudo, sendo o concreto usinado obtendo desempenho superior quanto a resistência e tempo de cura, obtendo resistência característica em apenas 7 dias de cura.

GRÁFICO 01: comparativo da relação tempo x resistência para ambos concretos utilizados.



Fonte: Própria do autor.

Em consulta à Planilha de Preços SETOP MG – Região Jequitinhonha e Mucuri o valor do m³ do concreto produzido no canteiro de obras com resistência de 25MPa custa R$ 424,71enquanto o concreto usinado com mesma resistência tem custo de R$ 371,67.

4. Considerações finais

Este trabalho teve como objetivo avaliar a resistência à compressão do concreto usinado em relação ao desempenho do concreto produzido no canteiro de obras. Devido em grande parte das obras de construção civil, principalmente as de pequeno e médio porte, os concretos serem produzidos no próprio canteiro de obras, em sua maioria os mesmos são feitos sem acompanhamento técnico e mão de obra qualificada. Assim houve uma preocupação em relação a qualidade deste tipo de concreto.

Diante os resultados obtidos nesta pesquisa concluem se que o concreto produzido no canteiro de obras sem acompanhamento técnico não apresenta resultado satisfatório. Porém, é possível notar que os corpos de prova 1, 4 e 7 atingem resistência superior aos demais concretos produzidos no canteiro de obras, isto se deu por conta de sua fabricação, apesar de ser no canteiro de obras, ter acompanhamento de profissional técnico e mão de obra qualificada.

Já o concreto produzido em indústria concreteira, é possível notar que nos primeiros sete dias já apresentam a resistência superior à esperada, 26,19 MPa, enquanto o concreto produzido no canteiro de obras ao vigésimo oitavo dia é 82,32% do total esperado para resistência final. Já o concreto usinado apresenta no mesmo tempo de cura, resistência 26,88% superior à esperada para o produto final.

Percebemos então que de acordo com esta pesquisa, devido à qualidade e praticidade, o concreto usinado se torna mais vantajoso em relação ao concreto produzido no canteiro de obras, uma vez que o mesmo consegue atingir os valores esperados e até superiores para sua resistência a compressão, devido serem produzidos com rigoroso processo de qualidade e atendendo todas as normas cabíveis. O concreto usinado ainda se torna economicamente viável, pois como apresentado tem custo menor que o concreto produzido no canteiro de obras além de outras diversas vantagens que circundam sua produção neste local.

Referências

ALMEIDA. L. C. *Concreto.* Estruturas IV-Concreto armado. Campinas, Ago. 2002

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONCRETO DO BRASIL. Agregados - Determinação da composição granulométrica. NBR NM 248. Rio de Janeiro: s.n., 2003, p 6.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. C*oncreto* – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. NBR NM 67. Rio de Janeiro, 1998. p. 8.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. C*oncreto* – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. NBR 5739. Rio de Janeiro 1994. p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. C*oncreto* – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. NBR 5738. Rio de Janeiro, 2015. p. 9.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Argamassa e concreto - Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

HELENE, Paulo; ANDRADE, Tibério. Concreto de Cimento Portland. In: MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL E PRINCÍPIOS DE CIÊNCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS. Ed. G. C. ISAIA. – São Paulo: IBRACON. 2007. vol 2.

PETRUCCI, Eladio G. R. Concreto de Cimento Portland. 5. ed. rev. Porto Alegre: Ed. Globo, 1978.