



**ALFA – FACULDADE DE ALMENARA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**BRENNO MONTEIRO DAMASCENA
KEZIA KELLY RODRIGUES LUZ
MAICON ALCANTARA SANTANA**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE CONCRETO USINADO E CONCRETO
PRODUZIDO NO CANTEIRO DE OBRA**

**ALMENARA – MG
NOVEMBRO - 2020**

BRENNO MONTEIRO DAMASCENA
KÉZIA KELLY RODRIGUES LUZ
MAICON ALCANTARA SANTANA

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE CONCRETO USINADO E CONCRETO
PRODUZIDO NO CANTEIRO DE OBRA

TCC apresentado ao curso de Graduação em Engenharia Civil da ALFA/UNIPAC - Faculdade de Almenara-MG, como requisito parcial para obtenção de nota na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II).

Orientador: Prof. Sanzio Rodrigues Costa
Engenheiro Civil – Especialista em Eng. Ambiental

Professor: Me. Ednardo de Souza Nascimento.

ALMENARA – MG
NOVEMBRO – 2020

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 METODOLOGIA.....	18
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
3.1 História do concreto (aspectos históricos e conceituais)	19
3.2 Propriedades do concreto.....	20
3.2.1 Concreto fresco	20
3.2.2 Concreto endurecido	20
3.3 Qualidade do concreto	21
3.4 Produção do concreto dosado em central (PCDC)	21
3.4.1 Processo de produção do concreto dosado em central	22
3.4.2 Controle de qualidade do concreto dosado em central.....	24
3.5 Produção do concreto virado em obra (PCVO)	25
3.5.1 Armazenamento dos materiais	26
3.5.2 Mistura	26
3.6 Dosagem do concreto	27
3.7 Estudo prático	34
3.7.1 Procedimentos	35
3.7.2 Amostragem	41
3.7.3 Ensaio de ruptura a compressão	42
3.7.4 Ensaio de ruptura a tração	43
3.7.5 Comparação de custos	43
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1 Traço	45
4.1.1 Concreto dosado em central	48
4.1.2 Concreto produzido em obra	49
4.2 Caracterização dos lotes analisados	49
4.3 Resistências características apresentadas.....	55
4.4 Estudo de custos.....	63
4.4.1 Custo para o concreto usinado	63
4.4.2 Custo para o concreto produzido no canteiro de obras	64
4.4.3 Análise dos custos	64

5 CONCLUSÃO.....	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67

“Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ter me dado força até aqui, aos meus pais Jordailson Damascena e Georgia Monteiro que são os pilares para minha formação como ser humano. Aos meus familiares, professores e amigos, em especial Maicon Alcântara e Kézia Luz, que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos de minha vida e vou levar para sempre comigo.”

Brenno Monteiro Damascena

"Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, aos meus pais Adenilson Ribeiro e Rosa Maria que são os pilares da minha formação como ser humano. Ao meu irmão Phellipe, familiares e amigos, em especial Maicon Alcantara e Brenno Monteiro pelo total incentivo e apoio incondicional em todos os momentos da minha trajetória acadêmica."

Kézia Kelly Rodrigues Luz

“Dedico esse trabalho a Deus, o maior orientador da minha vida e sem ele nada seria possível, aos meus pais Marcio Evangelista e M^a Eliete Alcantara, por sempre mim apoiar e ensinar-me a lutar pelos meus sonhos. Aos meus familiares e amigos, principalmente Brenno Monteiro e Kézia Kelly que sempre estiveram ao meu lado compartilhando suas experiências de forma construtiva. Também a Ray Charles Pungirum um amigo que foi ponte para esta grande conquista na minha vida.”

Maicon Alcantara Santana

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter nos dado condições de realizar este trabalho.

Aos nossos queridos pais pelo incentivo e paciência que tiveram nos momentos difíceis, pois passamos em razão das dificuldades e esgotamentos que nos privaram de momentos melhores.

A nosso Prof.º Me. Ednardo de Souza Nascimento, bem como nosso orientador Prof.º Me. Sanzio Rodrigues Costa, direcionando a pesquisa com muita sabedoria e seriedade.

A todos os professores do Curso de Engenharia Civil que ajudaram a construir as estruturas de nossa vida acadêmica.

A todos os amigos que, direta ou indiretamente, participaram deste trabalho.

Aos colegas que fizemos e com os quais convivemos durante toda a nossa graduação.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland
- ABESC – Associação Brasileira de Empresas de Serviços de Concretagem
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- A/C – Relação Água Cimento
- C – Cimento
- CA – Consumo de Água
- CB – Consumo de Brita
- CC – Consumo de Cimento
- CDC – Concreto Dosado em Central
- CG – Agregado Graúdo
- CM – Centímetros
- CPCO – Concreto Produzido em canteiro de Obra
- CP's – Corpos de Prova
- CU – Concreto Usinado
- CVO – Concreto Virado em Obra
- D – Diâmetro
- F – Força
- FC₂₈ – Resistência Características aos 28 dias
- FCJ – Resistência a Compressão a j dias
- FCK – Resistência características do Concreto
- FTD – Resistência a Tração por Compressão Diametral
- ISO – International Organization for Standardization (Organização Internacional de Normalização).
- KG – Quilograma
- KGF – Quilograma Força
- KN – KiloNewton
- l – Altura
- L – Litros
- M – Metros
- MF – Modulo de Finura
- MM – Milímetros
- MPa – Mega Pascal

N – Newton

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

NM – Norma Mercosul

PCVO – Produção do Concreto Virado em Obra

S – Segundos

SD – Desvio Padrão

VC – Volume Compactado Seco de Agregado Graúdo

VM – Volume de Agregado Miúdo

γ_a – Massa Específica da Água

γ_b – Massa Específica do Agregado Graúdo

γ_c – Massa Específica do Cimento

γ_m – Massa Específica do Agregado Graúdo

δ_b – Massa Unitária Compactada de Agregado Graúdo

α – kg de Agregado Miúdo por kg de Cimento

ρ – kg de Agregado Graúdo por kg de Cimento

x – kg de Água por kg de Cimento

π – Pi

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Layout de uma central de Dosagem de Concreto	22
Figura 2: Fluxograma de atividades para a produção de concretos dosados em central.....	24
Figura 3: Gráfico para a determinação da relação água cimento em função das resistências do concreto e cimento aos 28 dias.....	29
Figura 4: Padiola.....	34
Figura 5: Equipamento de Slump Test.....	36
Figura 6: Base Metálica Do Slump Test.....	37
Figura 7: Procedimentos Para Medir o Abatimento.....	37
Figura 8: Medida de abatimento.....	38
Figura 9: Processo de Moldagem de Corpo de Prova.....	39
Figura 10: Concha de Seção U.....	39
Figura 11: Curva Granulométrica Areia.....	45
Figura 12: Curva Granulométrica Brita 0.....	46
Figura 13: Curva Granulométrica Brita 1.....	47
Figura 14: Coletando Amostra do Concreto.....	49
Figura 15: Ensaio de Abatimento (Slump Test).....	50
Figura 16: Moldando os Corpos de Prova.....	50
Figura 17: Corpos de Prova Moldados.....	51
Figura 18: Corpos de Prova, desformados. Doze (12) para teste de resistência a compressão e doze(12) para resistência a tração.....	51
Figura 19: Cura dos Corpos de Prova (CP's).....	51
Figura 20: Coletando Amostra do Concreto.....	52
Figura 21: Ensaio de Abatimento (Slump Test).....	53
Figura 22: Moldando os Corpos de Prova.....	53
Figura 23: Corpos de Prova Moldados.....	54
Figura 24: Ruptura a Compressão na Idade de 3 (Três) dias. A direita o Concreto Usinado e a esquerda o Produzido em Obra.....	54
Figura 25: Ruptura a Tração por compressão diametral na Idade de 3 (Três) dias. A direita o Concreto Usinado e a esquerda o Produzido em Obra.....	55
Figura 26: Ruptura a Compressão na Idade de 7 (Sete) dias. A direita o Concreto Usinado e a esquerda o Produzido em Obra.....	55

Figura 27: Ruptura a Tração por compressão diametral na Idade de 7 (Sete) dias. A direita o Concreto Usinado e a esquerda o Produzido em Obra.....	56
Figura 28: Ruptura a Compressão na Idade de 21 (Vinte e um) dias. A direita o Concreto Usinado e a esquerda o Produzido em Obra.....	56
Figura 29: Ruptura a Tração por compressão diametral na Idade de 21 (Vinte e um) dias. A direita o Concreto Usinado e a esquerda o Produzido em Obra.....	57
Figura 30: Ruptura a Tração por compressão diametral na Idade de 28 (Vinte e Oito) dias. A direita o Concreto Usinado e a esquerda o Produzido em Obra.....	57
Figura 31: Ruptura a Tração por compressão diametral na Idade de 28 (Vinte e Oito) dias. A direita o Concreto Usinado e a esquerda o Produzido em Obra.....	58
Figura 32: Gráfico comparando as resistências a compressão.....	60
Figura 33: Gráfico comparando as resistências a tração por compressão diametral.....	61
Figura 34: Comparação entre custos e resistência a compressão.....	63
Figura 35: Comparação entre custos por m ³ e resistência a compressão.....	65
Quadro 1 - Descrição da imagem acima.....	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Desvio-padrão a ser adotado em função da condição de preparo do concreto.....	28
Tabela 2 - Classe de agressividade ambiental (CAA).....	30
Tabela 3 - Correspondência entre classe de agressividade e a qualidade do concreto.....	30
Tabela 4 - Consumo de água aproximado (l/m^3).....	31
Tabela 5 - Volume compactado seco (V_c) de agregado graúdo por m^3 de concreto.....	32
Tabela 6 - Número de camadas para moldagem de corpos de prova.....	40
Tabela 7 - Rompimentos dos Corpos de Prova.....	41
Tabela 8 - Tolerância para idade de ensaio.....	42
Tabela 9 - Ensaio de Granulometria da Areia.....	45
Tabela 10 - Ensaio de Granulometria da Brita 0.....	46
Tabela 11 - Ensaio de Granulometria da Brita 1.....	47
Tabela 12 - Resistências ao rompimento do concreto usinado	58
Tabela 13 - Resistências ao rompimento do concreto produzido em obra.....	59
Tabela 14 - Resistências médias ao rompimento do concreto usinado.....	59
Tabela 15 - Resistências médias ao rompimento do concreto produzido no canteiro de obras.....	60
Tabela 16 - Custo dos materiais constituintes do concreto.....	63
Tabela 17 - Custo médio dos materiais constituintes do concreto.....	63

RESUMO

Esta pesquisa apresentará os resultados de uma comparação qualitativa/quantitativa feita entre os dois tipos de produção de concreto mais utilizados atualmente, o concreto produzido em central de concretagem e o concreto produzido no canteiro de obras. Será analisado resultados de ensaios de ruptura a compressão e de ruptura a tração por compressão diametral realizados em laboratório, apresentando assim qual dos dois meios de produção possui melhor resistência característica, ou seja, qual tem maior confiabilidade e apresenta maior aproximação da resistência exigida no projeto estrutural, também apresentará qual dos concretos possui menor custos de produção tendo como base os traços utilizados.

Palavras – chave: Resistência, Compressão. Tração. Custos.

ABSTRACT (Conferir tradução)

This research will present the results of a qualitative / quantitative comparison made between the two types of concrete production most used today, the concrete produced in a concrete plant and the concrete produced at the construction site. Results of rupture to compression and rupture to traction by diametrical compression tests carried out in the laboratory will be analyzed, thus showing which of the two means of production has the best characteristic resistance, that is, which has greater reliability and has the closest approximation to the resistance required in the project. structural, it will also show which of the concretes has lower production costs based on the features used.

Keywords: Resistance, Compression. Traction. Costs.

1 INTRODUÇÃO

O concreto de cimento Portland é o material estrutural e de construção civil de maior importância na atualidade. Mesmo sendo o mais recente dos materiais de construção de estruturas, pode ser considerado como uma das descobertas mais interessantes da história do desenvolvimento da humanidade e sua qualidade de vida. Esclarece-se que o concreto de cimento Portland deve conter cimento, água e agregados, além da possibilidade de conter aditivos, pigmentos, fibras, agregados especiais e adições minerais (HELENE E ANDRADE, 2007).

O concreto tem por sua característica principal alta resistência a compressão e relativa resistência a tração, grande parte dos concretos usados em obra hoje em dia são produzidos em centrais de usinagem, o chamado concreto usinado que geralmente é utilizado em todos os componentes estruturais que utiliza este material na obra. Desde a fundação passando pelos pilares, vigas até a laje, porém em algumas construções de menor porte ou por opção do construtor também é utilizado o concreto produzido no canteiro de obras, este geralmente é usado quando a construção for projetada com fundações superficiais e em alguns casos na concretagem dos pilares (HELENE E ANDRADE, 2007).

Uma dúvida recorrente para construtores é o modo de produção do Concreto. Optar pelo concreto dosado em central (CDC) ou pelo concreto produzido no canteiro de obra (CPCO). O CDC proporciona diversas vantagens que são facilmente observadas, entre as quais se destacam:

- Eliminação das perdas de areia, brita e cimento;
- Racionalização do número de operários da obra, com conseqüente diminuição dos encargos sociais e trabalhistas;
- Maior agilidade e produtividade da equipe de trabalho;
- Garantia da qualidade do concreto graças ao rígido controle adotado pelas centrais dosadoras;
- Redução no controle de suprimentos, materiais e equipamentos, bem como eliminação das áreas de estoque, com melhor aproveitamento do canteiro de obras;
- Redução do custo total da obra (ARAÚJO; VECHI, 2018).

Já, o CPCO vem sendo cada vez menos utilizado, por não atender a demanda das construções atuais, pelo fato de as edificações serem cada vez maiores. A escassez de mão de obra qualificada e devido os prazos de entrega das obras serem cada vez mais apertados, existe

uma enorme preocupação com as questões de produção do concreto. Para essa modalidade de concreto a mistura e homogeneização do concreto são feitas com a utilização de ferramentas como pás e enxadas ou até mesmo com o uso de betoneiras elétricas

Devido ao crescimento e inovações na construção civil, nota-se a importância do concreto dosado em central, chamado de concreto usinado, onde apresenta resistência comprovada por laudo técnico em (28) vinte e oito dias, eficácia, custo/benefício e desempenho utilizado em todos os componentes estruturais.

Este estudo, apresenta os resultados de uma comparação feita entre esses dois meios de produção do concreto mais utilizados atualmente, com o principal objetivo de avaliar os resultados dos ensaios de ruptura a compressão e a tração por compressão diametral, realizado em laboratório, comparando à qualidade/resistência e o custo na produção do mesmo.

2 METODOLOGIA

O trabalho foi precedido de leituras que nos deram o suporte teórico para sustentação da pesquisa, realizando um estudo de caso comparativo-qualitativo entre o concreto dosado em central (CDC) “concreto usinado”, regido pela norma NBR 7212 (ABNT, 2012 - Execução de concreto dosado em central) e o concreto produzido em obra (CPO) regido pela norma NBR 12655 (ABNT, 2015 - Concreto de cimento portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação).

Em seguida foram coletadas amostras dos mesmos, efetuando o ensaio de abatimento de consistência do concreto e foram moldados corpos de prova cilíndricos, seguindo as normas respectivamente:

- NBR NM 67 (ABNT, 1998 - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone);
- NBR 5738 (ABNT, 2012 - Esta Norma prescreve o método pelo qual devem ser ensaiados à compressão os corpos de prova);
- NBR 5739 (ABNT, 2015 - Procedimento para moldagem de Corpos de Prova Cilíndricos).

E extraídos conforme NBR 7680 (ABNT, 2015 - Extração, preparo e ensaio de testemunhos do concreto). Rompendo-os na prensa em três (3), sete (7), quatorze (21) e vinte e oito (28) dias, para comparar a qualidade/resistência e o custo de ambos.

Foram utilizados traços de concretos específicos de resistência características F_{ck} 20 Mpa para produzir ambos os tipos concretos e analisarmos o preço unitário de cada material, mostrando em gráficos os resultados obtidos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 História do concreto (aspectos históricos e conceituais)

O crescimento da construção civil no Brasil, ocorreu entre as décadas de 1920 e 1930, com a implantação de fábricas de cimento no país em 1936, onde tinha o cimento Portland sua principal matéria-prima. Sendo este uma das substâncias mais consumidas pelo homem, isso se deve às características que lhe são peculiares, como trabalhabilidade e moldabilidade (estado fresco), e alta durabilidade e resistência a cargas e ao fogo (estado endurecido), sendo assim um material insubstituível em obras civis (MEHTA E MONTEIRO, 2008).

Nessa época era comum produzir o concreto na obra, que é o concreto “virado na obra” (CVO), onde leva essa denominação pelo fato de ser dosado e misturado no local da construção. Segundo o PORTAL DO CONCRETO, com toda a tecnologia desenvolvida para o concreto que conta com diversos meios tecnológicos que vai desde a dosagem de aditivos até o controle tecnológico das centrais dosadoras. Virar o concreto na obra passou a ser uma atividade que deve ser bastante analisada hoje em dia e com muito critério.

A ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland define:

O cimento pode ser definido como um pó fino, com propriedades aglomerantes, aglutinantes ou ligantes, que endurece sob a ação de água. Na forma de concreto, torna-se uma pedra artificial, que pode ganhar formas e volumes, de acordo com as necessidades de cada obra. Graças a essas características, o concreto é o segundo material mais consumido pela humanidade, superado apenas pela água.

De acordo com Carvalho e Figueiredo (2014) e Brooks (2010), o concreto é o material mais utilizado na construção civil. Os autores o definem como o aglomerado que unem agregados, sendo estes miúdos (areias) ou agregados graúdos (pedras britadas). O concreto “pode também conter adições (cinza volante, pozolanas, sílica ativa etc.) e aditivos químicos com a finalidade de melhorar ou modificar suas propriedades básicas” (BASTOS, 2006, p.01), e especiais ao concreto, tais como impermeabilidade da massa, diminuição do calor de hidratação, aumento da durabilidade, maior plasticidade quando fresco, rápido aumento da resistência quando endurecido, etc. (PETRUCCI, 1978).

O concreto de cimento Portland é o material estrutural de maior importância na atualidade na construção civil, mesmo sendo o mais recente dos materiais de construção de estruturas. Pode ser considerado como uma das descobertas mais interessantes da história do desenvolvimento da humanidade e sua qualidade de vida (HELENE E ANDRADE, 2007).

3.2 Propriedades do concreto

3.2.1 Concreto fresco

Helene e Andrade (2007), denomina que concreto fresco é a fase que compreende um período muito curto, na ordem de 1h a 5h, esta fase refere-se ao intervalo de tempo necessário para que o concreto possa ser misturado, transportado, lançado e adensado.

A NBR 12655 (ABNT, 2015) caracteriza o concreto fresco por ser completamente misturado e que ainda se encontra em estado plástico capaz de ser adensado por algum método escolhido.

De acordo Petrucci (1978), as propriedades do concreto fresco são: consistência, textura, trabalhabilidade, integridade da massa (oposto de segregação), o poder de retenção de água, (oposto da exsudação) e a massa específica.

A trabalhabilidade é a mais importante característica do concreto fresco, porém é a propriedade de maior dificuldade de conceituação, visto que engloba uma série de outras propriedades, não havendo ainda completa concordância sobre quais sejam estas propriedades. Além disso, outra dificuldade é que a trabalhabilidade não tem valor relativo, pois depende de sua fixação, das qualidades intrínsecas dos materiais que constituem o concreto, das condições de mistura, transporte, lançamento e adensamento deste material, também das dimensões da forma e armaduras das peças a moldar.

3.2.2 Concreto endurecido

A NBR 12655 (ABNT, 2015) estabelece que concreto endurecido é o que se encontra no estado sólido e que desenvolveu resistência mecânica.

Segundo Andrade (1997), as variações volumétricas do concreto podem ocorrer ainda estando fresco, ou após o seu endurecimento. Observa-se que o volume do concreto endurecido é menor que o volume de concreto fresco, isso ocorre pela perda parcial de ar incorporado e da água. Portanto, pode-se dizer que o concreto se apresenta como um material sólido, contendo no seu interior poros capilares, tomados em parte por água e em parte por ar.

Conforme Bauer (2001), as propriedades do concreto endurecido são o que qualificam o concreto, devem ser consideradas em termos relativos, segundo a qualidade exigida para um fim determinado de construção, como por exemplo, a durabilidade de um concreto pode ser perfeitamente aceitável quando a estrutura se encontra devidamente protegida da ação dos elementos e ser, alternativamente, inteiramente inadequada se exposta diretamente a ação de agente desintegradores; a impermeabilidade é característica essencial dos concretos utilizados

nas estruturas de edifícios, quando as exigências fundamentais são deslocadas para as características mecânicas de resistência e rigidez.

3.3 Qualidade do concreto

Segundo Petrucci (1978), a qualidade do concreto dependerá primeiramente da qualidade dos materiais constituintes. Portanto para que se tenha um concreto de qualidade superior, é indispensável uma seleção cuidadosa desses materiais. Após a devida escolha desses materiais, é preciso misturá-los em proporções adequadas. Neste proporcionamento deve-se ter conta a relação entre cimento e agregado, a divisão do agregado miúdo e graúdo, e principalmente a relação de água empregada aos materiais secos, ou seja, a relação água/cimento. Após a mistura, o concreto deve ser transportado, lançado e adensado de maneira adequada. O último passo que se faz necessário, é a hidratação do concreto continua por longo tempo, e é preciso que as condições ambientes favoreçam as reações que estão se processando, o que é chamado de cura do concreto.

Qualidade deve ser definida em todos os aspectos, utilizando-se de parâmetros técnicos mensuráveis, deve ser objetiva e não subjetiva, dada preferência aos parâmetros e características, qualitativa. Ela deve estar explicitada em procedimentos de projeto, de qualificação e seleção de materiais, de execução, de operação e manutenção, (HELENE E TERZIAN, 1993).

3.4 Produção do concreto dosado em central (PCDC)

A produção do concreto dosado e produzido em central surgiu com o objetivo de atender às obras de infraestrutura que necessitam de grandes volumes de concreto em curto período e com uma menor variabilidade de suas resistências mecânicas, (REGATTIERI E MARANHÃO, 2011, pág.501).

Conforme Daher e De Luca (2008) o concreto usinado é um tipo de concreto que é produzido em uma central em que a dosagem dos materiais utilizados é feita de forma controlada e monitorada.

A mistura para a obtenção do concreto usinado é feita em usinas de concreto, e segue a NBR 7212 (ABNT, 2012 - Execução de concreto dosado em central).

A ABESC – (Associação brasileira das empresas de serviços de concretagem) define:

Concreto dosado em central é o concreto executado pelas empresas prestadoras de serviços de concretagem (concreteiras), dentro dos mais altos níveis de qualidade e tecnologia. A dosagem correta dos seus materiais componentes - cimento, água, agregados (brita e areia) e aditivos quando necessários - é feita seguindo-se as normas

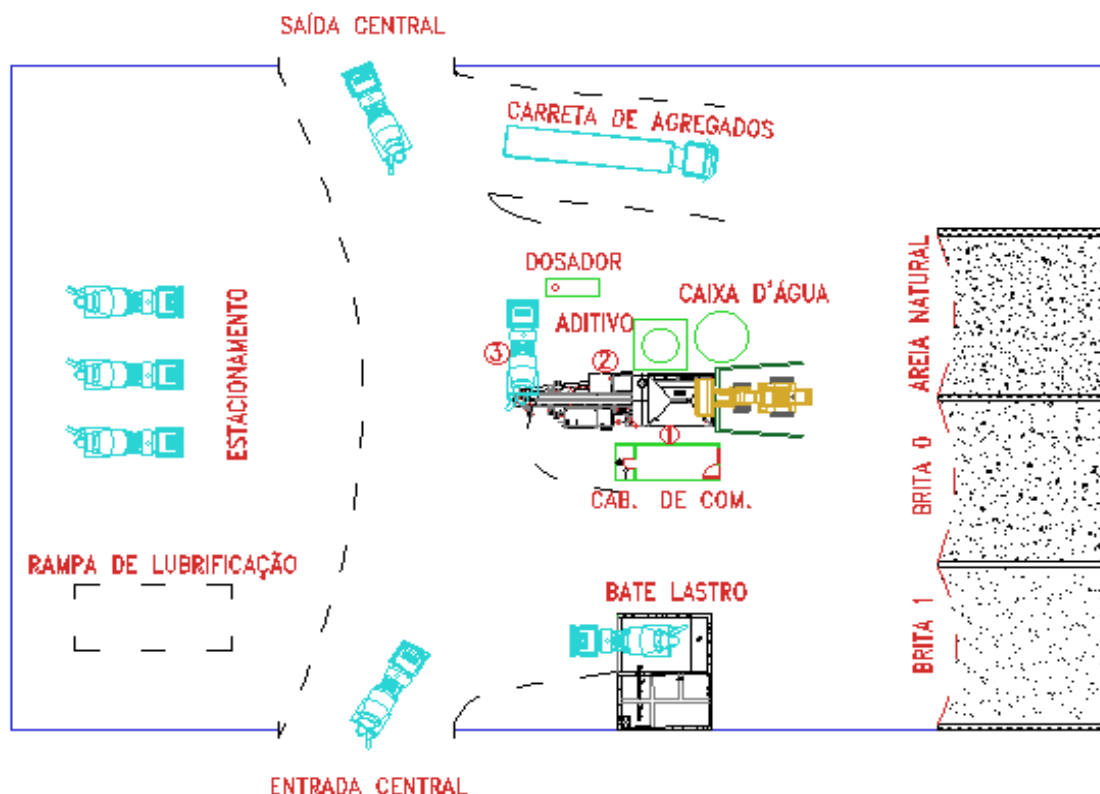
específicas regidas pela ABNT e de acordo com o tipo de obra. O concreto dosado em central além de ser prático, seguro, resistente e com alta trabalhabilidade é também muito econômico (ABESC, 2020).

De acordo com Neville (1997), o controle de produção do concreto deve ser obrigatório, porém como em uma central dosadora opera em condições comparáveis a uma indústria, é possível um controle realmente rigoroso de todas as operações de obtenção do concreto fresco. Também são assegurados os cuidados necessários durante o transporte do concreto com caminhões agitadores, mas, normalmente o lançamento e adensamento permanece sob responsabilidade do pessoal da obra.

3.4.1 Processo de produção do concreto dosado em central

O layout de uma central de pequeno porte, é caracterizado por dispor os estoques de agregados e os silos de cimento em lados opostos para facilitar o fluxo de materiais e minimizar os riscos de acidentes (REGATTIERI E MARANHÃO, 2011).

Figura 1: Layout de uma central de dosagem de concreto



Fonte: Autores (2020)

Quadro 1: Descrição da imagem acima

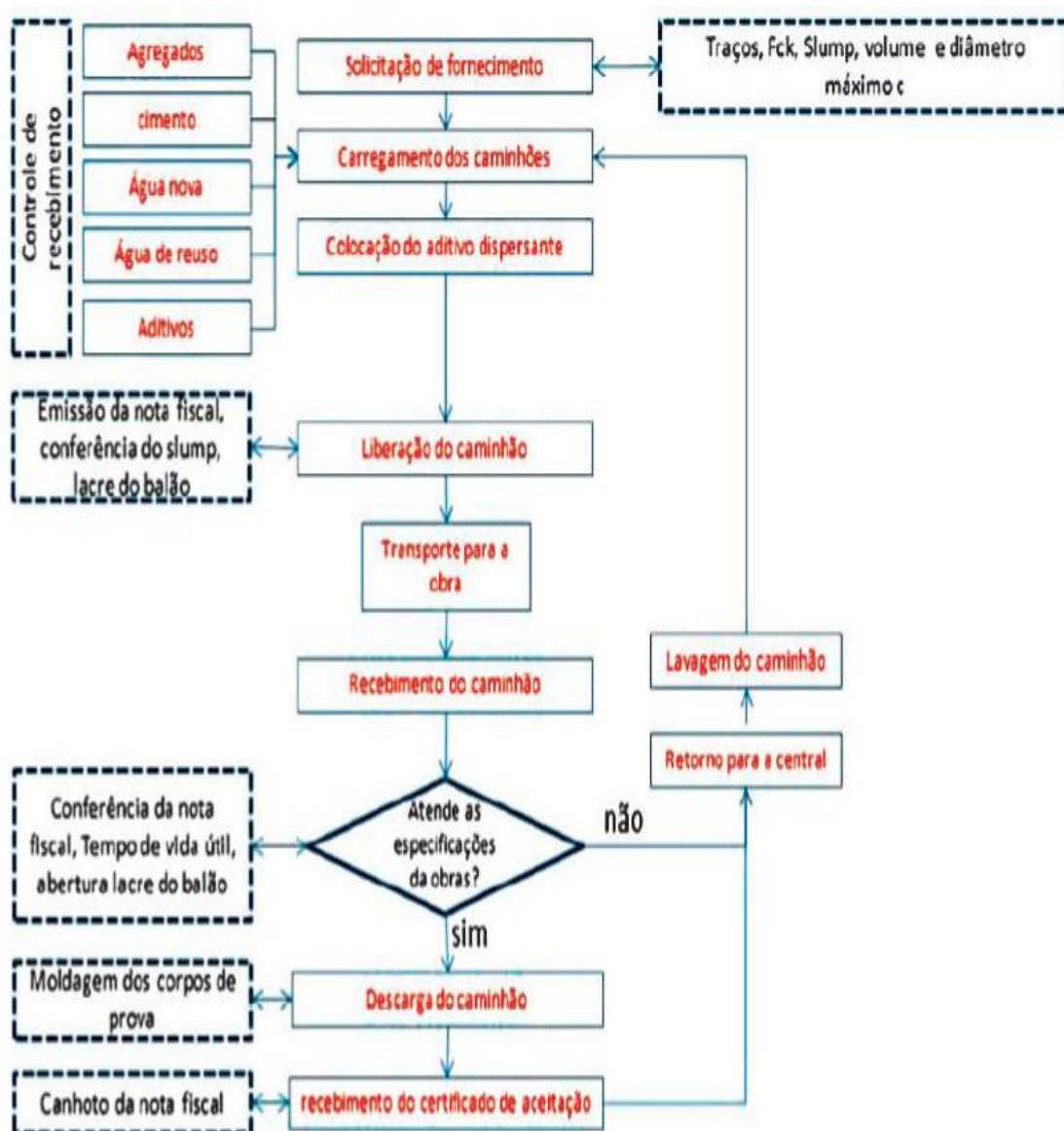
SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO
1	Balança de Agregados
2	Silo e Balança de Cimento
3	Carregamento do Caminhão

Fonte: Autores (2020)

Na operação do concreto, inicia-se pesando os agregados (brita 0; brita1 E areia; respectivamente). Logo após pesa-se o cimento e aditivo. Dando sequência, adiciona-se a água e o aditivo no caminhão betoneira. Em seguida dá início ao descarregamento dos agregados, junto com o cimento. Por último é levado o caminhão para o dosador.

Conforme Regattieri e Maranhão (2011), para a produção do concreto é necessária uma série de atividades de movimentação coordenada de materiais dentro da central de concretagem, para que se tenha então uma grande capacidade de produção. Quanto mais moderna for a central, maiores serão as atividades de controle e mais intenso seu nível de informatização, minimizará a influência de operadores na qualidade do produto. O fluxograma de atividades geralmente encontrados em centrais de concretagem no Brasil está representado na figura 2. Durante o recebimento dos materiais são executados controles para avaliar se atendem os requisitos especificados pelas normas brasileiras ou regimento interno da empresa.

Figura 2: Fluxograma de atividades para a produção de concretos dosados em central



Fonte: Isaia (2011, p. 506)

3.4.2 Controle de qualidade do concreto dosado em central

De acordo com Regattieri e Maranhão (2011), existem duas etapas de controle de qualidade:

- A primeira é quanto à seleção e controle de recebimento dos materiais, onde uma central realiza continuamente avaliações dos materiais utilizados no preparo do concreto em que são comparadas suas propriedades com padrões pré-estabelecidos. No recebimento do caminhão de cimento, o responsável pela central deve conferir os dados da nota fiscal como classificação do cimento, data e destino da carga, e também verificar a existência e integridade dos lacres.

Periodicamente devem-se realizar ensaios para avaliação da água de consistência normal do cimento, fornecendo os subsídios para realização de correções nos traços quando se fizer necessário, além disso, são moldados corpos-de-prova para a avaliação da resistência a compressão axial, principalmente nas primeiras idades;

- A segunda etapa é o controle da qualidade da produção e de aceitação do concreto, onde são continuamente realizados dois tipos de controle: um interno da central, denominado por controle de qualidade, e outro controlado diretamente na obra, denominado por controle tecnológico, e realizado por laboratórios especializados.

Ambos os controles acima, apresenta os cuidados na coleta da amostragem, moldagem, armazenamento na obra, transporte e cura dos corpos de prova, a diferença é que o controle tecnológico tem o objetivo de avaliar se o concreto que está sendo entregue é igual ao contratado. Os ensaios para avaliação da consistência (Slump Test) devem ser realizados em todos os caminhões betoneira que chegam as obras, enquanto a avaliação de propriedades mecânicas podem ser total ou parcial, em caso de amostragem parcial, deve-se atentar para a quantidade mínima de seis amostras e para os critérios de seleção dos caminhões betoneira que serão objeto de amostragem.

3.5 Produção do concreto virado em obra (PCVO)

A expressão “concreto Virado em obras” deve ser entendida como a produção de concreto dentro dos limites do canteiro. Em obras, um concreto pode ser produzido a partir do emprego de betoneiras estacionárias, equipamento utilizado em canteiros de obras para realizar a mistura de concreto e argamassa, com capacidade de misturas de um volume em cada operação definido a partir do emprego de um número inteiro de sacos de cimento, (ISAIA, 2011, p.537).

Segundo Recena e Pereira (2011), em pequenas cidades ou periferias de grandes cidades, não há serviços de uma empresa de concretagem, nestas será possível observar uma grande quantidade de concreto produzido em obra, em betoneiras estacionárias, ou até mesmo concreto misturado manualmente.

Petrucci (1978) cita que a mistura mecânica é feita com máquinas especiais denominadas betoneiras, que são constituídas essencialmente por um tambor ou cuba, fixo ou móvel em torno de um eixo que passa pelo seu centro, no qual por meio de pás, que podem ser fixas ou móveis, se produz a mistura.

3.5.1 Armazenamento dos materiais

A NBR 12655 (ABNT, 2015) também estabelece como devem ser armazenados os seguintes materiais:

- Cimento, cada saco deve ser armazenado separadamente, de acordo com a marca, tipo e classe. Devem ser guardados em pilhas, em local fechado, protegido da ação da chuva, nevoa ou condensação. Cada lote recebido na mesma data deve ser armazenado em pilhas separadas e individualizadas. As pilhas devem estar separadas por corredores que permitam a circulação de funcionário e apoiadas sobre estrado ou palhetes de madeira, para que não haja contato direto com o piso. Os sacos devem ser empilhados em altura máxima de 15 sacos quando ficam depositados até 15 dias, ou altura de até 10 sacos quando ficam armazenados por períodos maiores;
- Agregado, devem ser armazenados separadamente de acordo com sua classificação granulométrica, não podendo haver contato direto entre as graduações, cada fração granulométrica deve ficar sobre uma base que permita o escoamento livre da água de modo a eliminá-la. O depósito destinado ao armazenamento de agregado deve ser construído de maneira que não haja contato com o solo, evitado assim que ocorra alguma contaminação de outros sólidos ou líquidos prejudiciais ao concreto;
- A água destinada ao amassamento do concreto deve ser armazenada em caixas estanque e tampada, de modo a impedir qualquer contaminação de agentes agressivos ao concreto;
- Os aditivos devem ser armazenados nas embalagens originais até o momento do seu uso, em locais que atendam as especificações do fabricante.

3.5.2 Mistura

A NBR 12655 (ABNT, 2015) estabelece que os materiais componentes do concreto, devem ser misturados até formar uma massa homogênea. O equipamento utilizado na obra para fazer esta mistura é a betoneira, sua operação deve atender as normas do fabricante quanto a capacidade de carga, velocidade e tempo de mistura.

Neville (1997) cita, que devido à baixa velocidade de descarga de algumas betoneiras, as vezes o concreto é passível de segregação, quando as partículas maiores de agregado tendem

a permanecer na betoneira de modo que a descarga começa com argamassa e termina com um conjunto de partículas de agregado graúdo revestida.

Não há regras gerais para a colocação dos materiais na betoneira, porém é de boa prática primeiro se coloca a água, seguido do agregado graúdo, em seguida se coloca a o cimento e por fim a o agregado miúdo (BAUER, 2001).

3. 6 Dosagem do concreto

De acordo com Recena e Pereira (2011), entende-se por estudo de dosagem dos concretos de cimento Portland, os procedimentos necessários a obtenção da melhor proporção entre os materiais que constituem o concreto, também conhecido por traço.

O projeto estrutural não entra em considerações quanto a dosagem do concreto, porem impõe dois critérios para a dosagem: a resistência e a durabilidade do concreto. A trabalhabilidade deve ser adequada as condições de execução da obra, esta não implica apenas o abatimento no momento da descarga da betoneira, mas também a limitação da perda de abatimento até o momento do lançamento do concreto, (NEVILLE, 1997).

A NBR 12655 (ABNT, 2015) esclarece que o concreto deve ser dosado a fim de minimizar sua segregação no estado fresco, considerando também as operações de mistura, transporte, lançamento e adensamento.

Neville (1997) cita ainda, para o processo de dosagem do concreto, deve-se selecionar os materiais constituintes do concreto, determinando-se respectivas proporções com o objetivo de produzir, da forma mais econômica possível, um concreto com determinadas propriedades mínimas principalmente de resistência, durabilidade e consistência adequada.

Chama-se de traço a maneira de demonstrar a composição do concreto. O traço pode ser indicado pelas proporções em peso ou em volume, normalmente apresenta-se indicação mista, ou seja, o cimento em peso e os agregados em volume. Independentemente de qual for a forma adotada, sempre deve ser tomado o cimento como referência, então relaciona-se as demais quantidades a quantidade de cimento. A unidade (quantidade de cimento) pode ser indicada por 1 kg ou litro, pela quantidade contida num saco de cimento ou pela quantidade contida num metro cúbico de concreto, (PETRUCCI, 1978).

Ainda de acordo com Petrucci (1978), pode se exprimir o traço da seguinte maneira:

$$1: \alpha: \rho: x$$

Onde:

- α – kg de agregado miúdo por kg de cimento;

- ρ – kg de agregado graúdo por kg de cimento;
- x – kg de água por kg de cimento.

Conforme com Yazigi (2009), o projetista da estrutura da edificação deve fixar o F_{ck} do concreto, (resistência característica a compressão prevista para a idade de 28 dias), ao qual são feitos os estudos de dosagem (determinação de traço).

De acordo com Rodrigues (2005), a dosagem do concreto pode ser realizada seguindo os seguintes passos que constitui o método proposto pela ABCP:

1ª etapa: fixação da relação água/cimento:

Para esta etapa deve-se verificar qual é o desvio-padrão (S_d) do procedimento de preparo do concreto de acordo com a NBR 12655 (ABNT, 2015), tabela 1:

Tabela 1 - Desvio-padrão a ser adotado em função da condição de preparo do concreto

Condição de Preparo do Concreto	Desvio – Padrão (MPa)
A	4,0
B	5,5
C	7,0

Fonte: NBR 12655 (2015)

Onde:

- Condição A - (aplicável às classes C10 até C80): O cimento e os agregados são medidos em massa, a água de amassamento é medida em massa ou volume com dispositivo dosador e corrigida em função da umidade dos agregados;
- Condição B - aplicável às classes C10 até C25 (...): O cimento é medido em massa, a água de amassamento é medida em volume mediante dispositivo dosador e os agregados em massa combinada com volume. A umidade do agregado miúdo é determinada pelo menos três vezes ao dia. O volume do agregado miúdo é corrigido através da curva de inchamento estabelecida especificamente para o material utilizado;
- Condição C - apenas aos concretos de classe C10 e C15 (...): O cimento é medido em massa, os agregados são medidos em volume, a água de amassamento é medida em volume e a sua quantidade é corrigida em função da estimativa da umidade dos agregados e da determinação da consistência do concreto.

Determinado o SD, calcula-se então a resistência a compressão do concreto aos 28 dias (f_{c28}), dado pela fórmula 1:

Fórmula 1 – Resistência a compressão a j dias, sendo j a idade do concreto

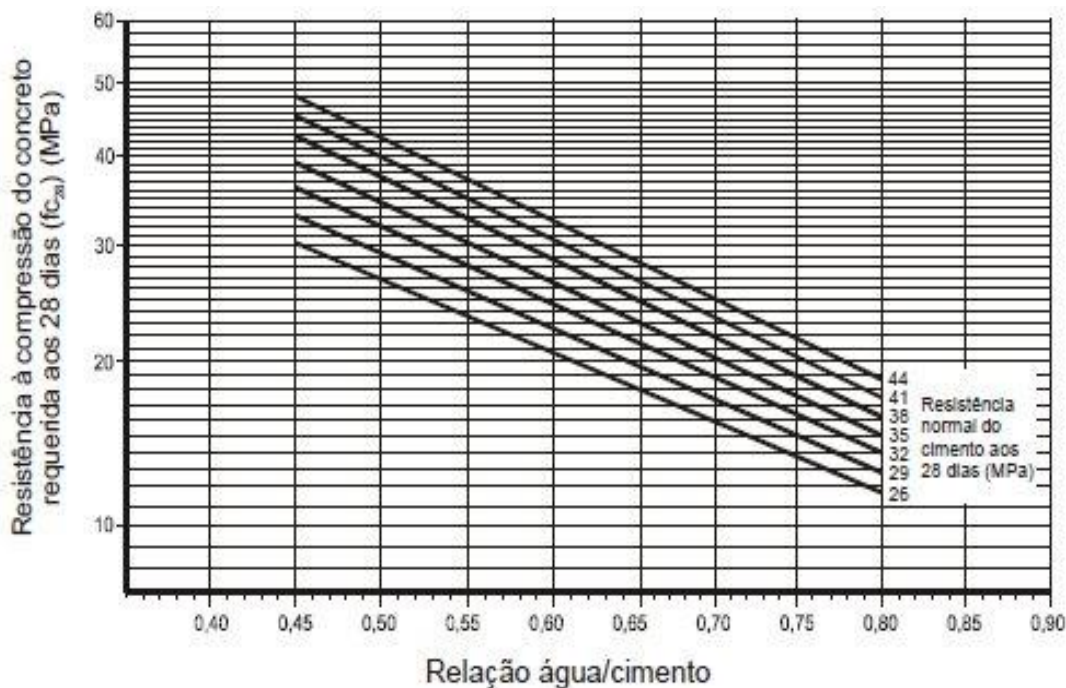
$$f_{cj} = f_{ck} + 1,65 * sd$$

Fonte: ABCP (2020)

Onde Sd é o desvio padrão a ser adotado em função da condição de preparo do concreto.

De posse do valor de f_{c28} , define-se a relação ou fator a/c do concreto pelo método da Curva de Abrams, conforme figura 3:

Figura 3: Gráfico para a determinação da relação água cimento em função das resistências do concreto e cimento aos 28 dias



Fonte: Assunção (2002)

No entanto deve-se verificar se a relação A/C do concreto está de acordo com a classe de agressividade ambiental consultada na NBR 6118 (ABNT, 2014), conforme tabela 2:

Tabela 2 - Classe 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	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a	Grande
		Industrial ^{a, b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c}	Elevado
		Respingos de maré	

^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.

Fonte: NBR 6118 (2014)

Em seguida encontra-se a relação a/c de acordo com a classe de agressividade ambiental, de acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014), conforme tabela 3:

Tabela 3 - Correspondência entre 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.

Fonte: NBR 6118 (2014)

De posse dos valores da relação a/c conforme gráfico da curva de abrams e classe de agressividade ambiental, adota-se o menor valor entre os dois.

2ª etapa: Determinar o consumo de materiais:

Consumo de água:

De posse do abatimento desejado e do diâmetro máximo do agregado, determina-se o consumo de água em l/m³, conforme tabela 4.

Tabela 4 - Consumo de água aproximado (l/m³)

Abatimento do Tronco de cone (mm)	Dimensão máxima característica do agregado graúdo (D _{máximo} em mm)				
	9,5	19,0	25,0	32,0	38,0
40 a 60	220	195	190	185	180
60 a 80	225	200	195	190	185
80 a 100	230	205	200	195	190

Fonte: Rodrigues (2005)

Consumo de cimento:

O consumo de cimento (Cc) é dado pela fórmula 2:

Fórmula 2 – Consumo de cimento

$$C_c = \frac{Ca}{a/c}$$

Fonte: ABCP (2020)

Consumo de agregado graúdo:

De posse dos valores da dimensão máxima característica do agregado graúdo em mm, e do módulo de finura (MF) do agregado miúdo, determina-se o consumo de agregado graúdo em volumes compactados a seco por m³ de concreto, conforme tabela 5.

Tabela 5 - Volume compactado seco (V_c) de agregado graúdo por m^3 de concreto

MF	Dimensão Máxima ($D_{máx.}$), mm				
	9,5	19,0	25,0	32,0	38,0
1,8	0,645	0,770	0,795	0,820	0,845
2,0	0,625	0,750	0,775	0,800	0,825
2,2	0,605	0,730	0,755	0,780	0,805
2,4	0,585	0,710	0,735	0,760	0,785
2,6	0,565	0,690	0,715	0,740	0,765
2,8	0,545	0,670	0,695	0,720	0,745
3,0	0,525	0,650	0,675	0,700	0,725
3,2	0,505	0,630	0,655	0,680	0,705
3,4	0,485	0,610	0,635	0,660	0,685
3,6	0,465	0,590	0,615	0,640	0,665

Fonte: Rodrigues (2005)

De posse do volume compactado de agregado graúdo por m^3 de concreto, deve-se então passar esses volumes para massa dado em kg/m^2 , para isso utiliza-se a equação conforme fórmula 3:

Fórmula 3 – Consumo de agregado graúdo

$$Cb = Vc * \delta b$$

Fonte: ABCP (2020)

Onde:

- C_b : Consumo de brita;
- V_c : Volume compactado seco de agregado graúdo;
- δb : Massa unitária compactada de agregado graúdo.

Consumo de agregado miúdo:

Obtém-se o volume de agregado miúdo (V_m) através da equação dada pela fórmula 4:

Fórmula 4 – Consumo de agregado miúdo

$$Vm = 1 - \left(\frac{Cc}{\gamma_c} + \frac{Cb}{\gamma_b} + \frac{Ca}{\gamma_a} \right)$$

Fonte: ABCP (2020)

Onde:

- Vm: Volume de agregado miúdo;
- Cc: Consumo de Cimento;
- Cb: Consumo de agregado graúdo;
- Ca: Consumo de água;
- γ_c : Massa específica do cimento;
- γ_b : Massa específica do agregado graúdo;
- γ_a : Massa específica da água.

Após a obtenção do volume de agregado graúdo, calcula-se o consumo de areia em kg/m³, através da fórmula 5:

Fórmula 5 – Consumo de areia em kg/m³

$$Cm = Vm * \gamma_m$$

Fonte: ABCP (2020)

Onde:

- Cm: Consumo de agregado miúdo;
- Vm: Volume de agregado miúdo;
- γ_m : Massa específica do agregado graúdo.

3ª etapa: Apresentação do traço:

Usualmente apresenta-se o traço da seguinte maneira:

Cimento: Areia: Agregado graúdo: Água

Em relação a massa de cimento (traço em massa) apresenta-se:

$$1: \frac{Cm}{c} : \frac{Cg}{c} : \frac{Ca}{c}$$

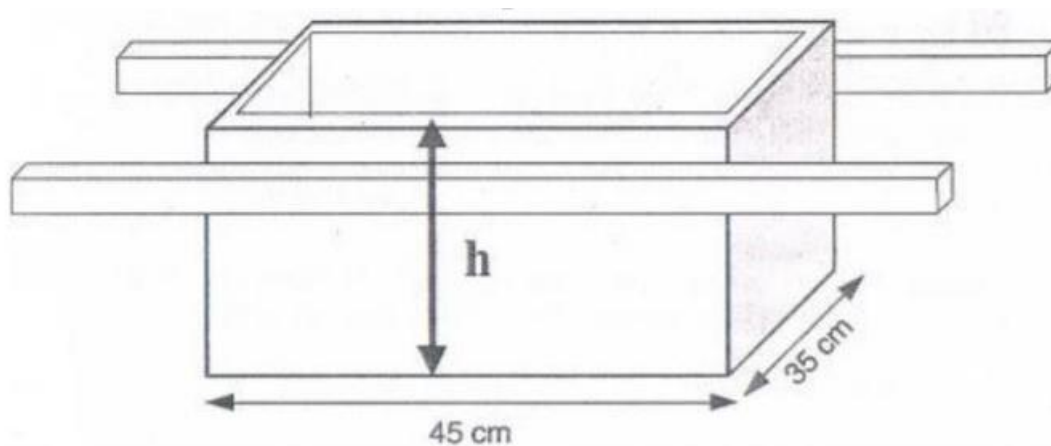
A dosagem pode ser feita em volume, o cimento é medido em sacos inteiros e a água em recipientes graduado. Desta forma obtemos boa precisão nas medidas desses materiais. Para medir os agregados após a sua transformação em volumes correspondentes a um saco de cimento, o usual é providenciar padiolas.

O volume da caixa deve corresponder ao volume do agregado. Considerando-se que as padiolas são transportadas por dois homens, não convém que a massa total ultrapasse 60 kg.

Medidas usuais são:

- Largura = 35 cm;
- Comprimento = 45 cm;
- Altura recomendada de 30 a 35 cm, conforme figura 4.

Figura 4: Padiola



Fonte: Rodrigues (2005)

3.7 Estudo prático

Conforme a maioria das obras que possuem esses dois tipos de preparo de concreto (O CDC e o CPCO), o concreto produzido no canteiro de obras (CPCO) geralmente é utilizado para a concretagem dos pilares da edificação, já o concreto usinado (CU) é utilizado para a concretagem das vigas e lajes. Portanto a escolha na obra dependerá também da análise do projeto estrutural dela, pois este deverá requerer o mesmo F_{ck} em todos os componentes estruturais, para que se possa ter uma melhor análise dos resultados.

3.7.1 Procedimentos

Primeiramente devem ser coletados os materiais na produção do Concreto. Como os dois tipos de concreto serão coletados em dias diferentes, o procedimento se dará da mesma forma para ambos os tipos de concreto, porém em datas opostas.

Em um primeiro momento deverá ser executado o ensaio de consistência pelo abatimento do tronco de cone (Slump Test), conforme determina a NBR NM 67 (ABNT, 1998).

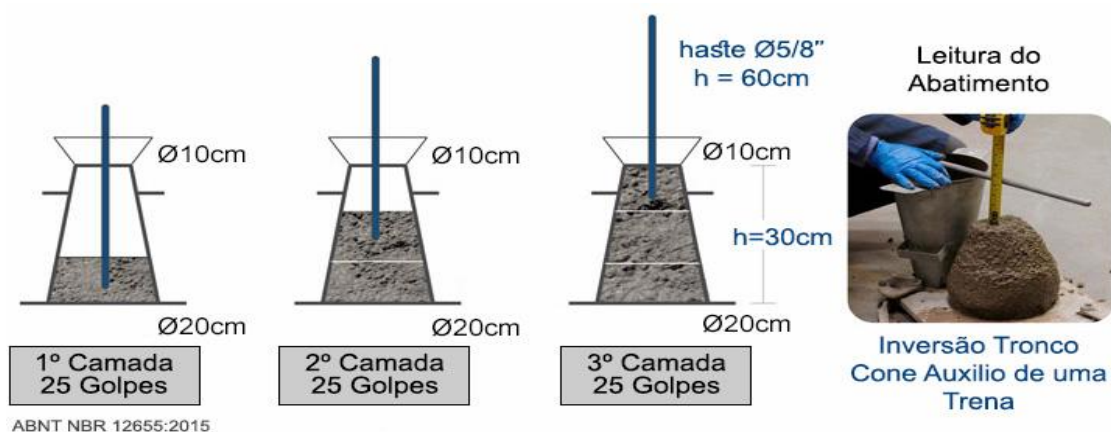
O método é aplicável aos concretos plásticos e coesivos que apresentem um assentamento igual ou superior a 10 mm, como resultado do ensaio realizado de acordo com esta NBR NM 67 (ABNT, 1998). O método não se aplica a concreto cujo agregado graúdo apresente dimensão nominal máxima superior a 37,5 mm.

O molde para a determinação do abatimento, conforme figura 5, feito de metal não facilmente atacável pela pasta de cimento com espessura igual ou superior a 1,5 mm. O molde pode ser confeccionado com ou sem costura, porém seu interior deve ser liso e livre de protuberâncias criadas por rebites, parafusos, soldas e dobraduras. O molde deve ter a forma de um tronco de cone oco.

A haste de compactação deve ser de seção circular, reta, feita de aço ou outro material adequado, com diâmetro de 16 mm, comprimento de 600 mm e extremidades arredondadas.

Compactar cada camada com 25 golpes da haste de socamento. Distribuir uniformemente os golpes sobre a seção de cada camada. Compactar a camada inferior em toda a sua espessura.

Figura 7: Procedimentos para medir o abatimento

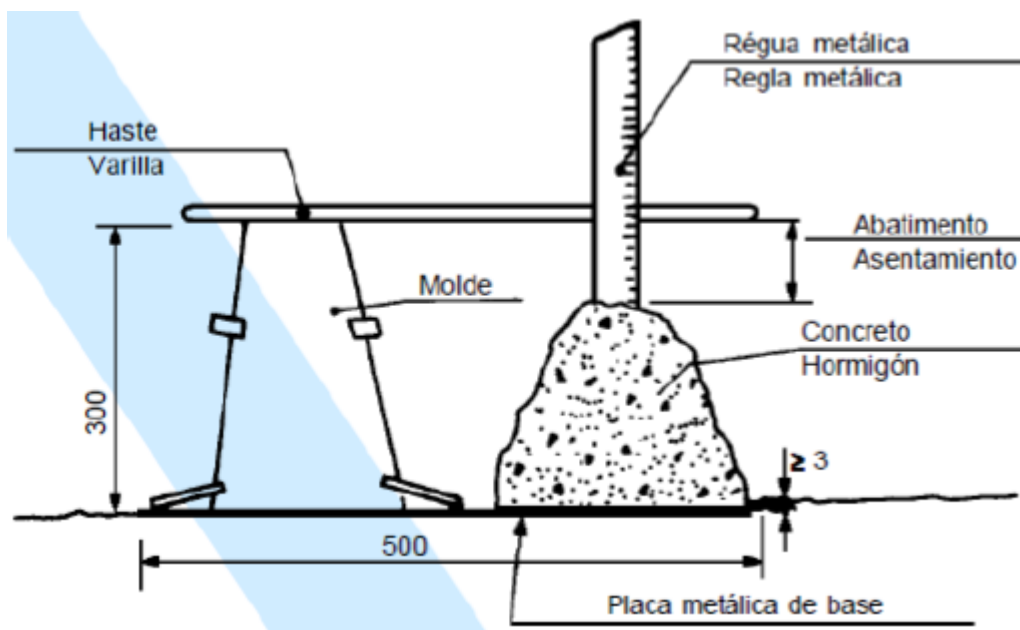


Fonte: Fabricio Rossi (2012)

Limpar a placa de base e retirar o molde do concreto, levantando-o cuidadosamente na direção vertical. A operação de retirar o molde deve ser realizada em 5 a 10 segundos, com um movimento constante para cima, sem submeter o concreto a movimentos de torção lateral.

Imediatamente após a retirada do molde, medir o abatimento do concreto, determinando a diferença entre a altura do molde e a altura do eixo do corpo de prova, que corresponde à altura média do corpo-de-prova desmoldado, conforme figura 8, aproximando aos 5 mm mais próximos.

Figura 8: Medida de abatimento

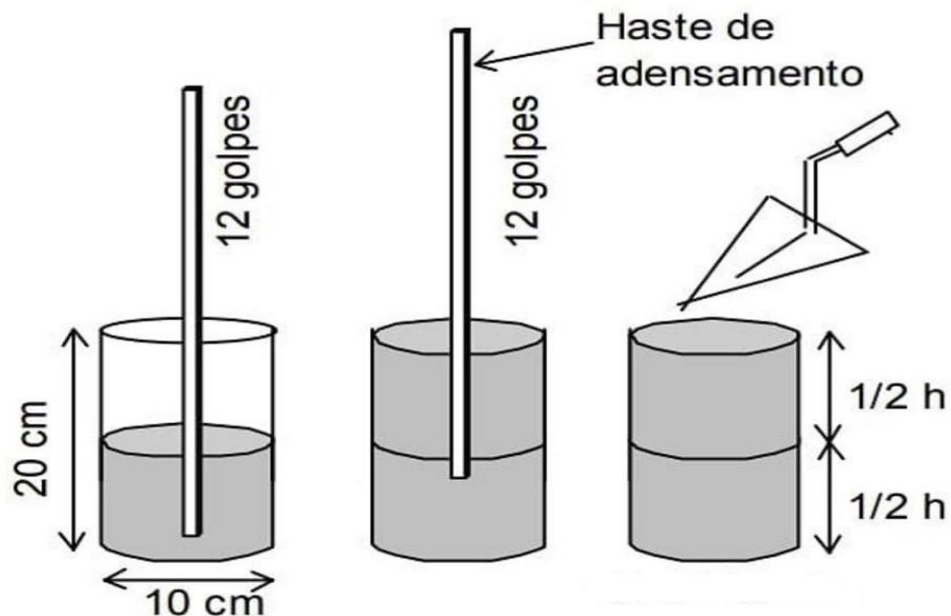


Fonte: NBR NM 67 (ABNT 1998)

Em seguida devem ser moldados 24 corpos de prova cilíndricos para cada lote de concreto nas dimensões de 10x20 centímetros (cm) conforme NBR 5738 (ABNT, 2015), após a moldagem os corpos de prova deverão ser curados, desmoldados e armazenados conforme a NBR 5738 (ABNT, 2015).

Os moldes utilizados serão cilíndricos. A haste de adensamento deve ser de aço, cilíndrica, com superfície lisa de $(16,0 \pm 0,2)$ milímetros (mm) de diâmetro e comprimento de 600 a 800 mm, com um ou os dois extremos em forma semiesférica, com diâmetro igual ao da haste.

Figura 9: Processo de moldagem de corpo de prova



Fonte: Aprovary engenharia (2020)

A superfície de apoio dos moldes deve ser rígida, horizontal, livre de vibrações e outras perturbações que possam modificar a forma e as propriedades do concreto dos corpos de prova durante sua moldagem e início de pega.

Proceder a uma prévia mistura da amostra para garantir a sua uniformidade e colocar o concreto dentro dos moldes em número de camadas que corresponda ao que determina a Tabela 6, utilizando uma concha de seção U, conforme figura 10.

Figura 10: Concha de seção U



Fonte: NBR 5738 (ABNT, 2015)

Tabela 6: Número de camadas para moldagem de corpos de prova

Tipo de corpo de prova	Dimensão básica (d) mm	Número de camadas em função do tipo de adensamento		Número de golpes para adensamento manual
		Mecânico	Manual	
Cilíndrico	100	1	2	12
	150	2	3	25
	200	2	4	50
	250	3	5	75
	300	3	6	100
	450	5	–	–
Prismático	100	1	1	75
	150	1	2	75
	250	2	3	200
	450 ^b	3	–	–

^b Para concretos com abatimento superior a 160 mm, a quantidade de camadas deve ser reduzida à metade da estabelecida nesta Tabela. Caso o número de camadas resulte fracionário, arredondar para o inteiro superior mais próximo.

^c No caso de dimensão básica de 450 mm, somente é permitido adensamento mecânico.

Fonte: NBR 5738 (ABNT, 2015)

Ensaiou-se três corpos de prova para cada idade 3, 7, 21 e 28 dias e cada tipo de ensaio, seguindo os procedimentos da NBR 5739 (ABNT, 2007) ensaios de rompimento por compressão e a NBR 7222 (ABNT, 2011) para ensaios de rompimento de tração por compressão diametral, para melhor exemplificação verificar tabela 7.

Tabela 7: Rompimentos dos corpos de prova

TABELA DEMONSTRATIVA DE ROMPIMENTO			
24 CP's Concreto Usinado		24 CP's Concreto Produzido em Obra	
12 CP's Rompimento a Compressão		12 CP's Rompimento a Compressão	
Quantidade	Dia de Rompimento	Quantidade	Dia de Rompimento
3 CP'S	3° Dia	3 CP'S	3° Dia
3 CP'S	7° Dia	3 CP'S	7° Dia
3 CP'S	21° Dia	3 CP'S	21° Dia
3 CP'S	28° Dia	3 CP'S	28° Dia
12 CP's Rompimento a Tração		12 CP's Rompimento a Tração	
Quantidade	Dia de Rompimento	Quantidade	Dia de Rompimento
3 CP'S	3° Dia	3 CP'S	3° Dia
3 CP'S	7° Dia	3 CP'S	7° Dia
3 CP'S	21° Dia	3 CP'S	21° Dia
3 CP'S	28° Dia	3 CP'S	28° Dia

Fonte: Autores (2020)

Na sequência realizou-se uma análise de resultados, verificando qual dos tipos de concreto possui maior resistência a compressão e a tração por compressão diametral, também será verificado qual dos concretos possui o menor custo de produção a partir dos traços definidos.

3.7.2 Amostragem

A NBR NM 33 (ABNT, 1998) estabelecer o procedimento a seguir para a coleta e a preparação de amostras de concreto fresco sobre as quais serão realizados ensaios que permitam determinar suas propriedades.

As amostras devem ser obtidas aleatoriamente, logo após terem sido completadas a adição e a homogeneização de todos os componentes do concreto, principalmente após a incorporação total da água de mistura.

A coleta das amostras em caminhões-betoneiras deve ser realizada de acordo com o descrito nas amostras de betoneiras estacionárias. O concreto deve ser descarregado à velocidade normal de operação da betoneira, atentando para que a descarga não seja obstruída ou retardada devido à tampa da calha não totalmente aberta.

Transportar as amostras individuais até o local onde serão moldados os corpos de prova ou onde serão realizados os ensaios.

Durante o intervalo de tempo decorrido entre a extração e sua utilização, a amostra deve ser protegida do sol, do vento e de qualquer outra fonte de evaporação ou contaminação.

3.7.3 Ensaio de ruptura a compressão

O ensaio de rompimento a compressão deve ser executado conforme NBR 5739 (ABNT, 2007).

A máquina (prensa de ruptura) de ensaio deve atender aos valores máximos admissíveis determinados pela NBR NM ISO 7500-1 (ABNT, 2004).

O corpo de prova cilíndrico deve ser posicionado de modo que quando estiver centrado, seu eixo coincida com o da prensa, fazendo com que a resultante das forças passe pelo centro.

Os corpos de prova devem ser rompidos a compressão em uma dada idade específica, com tolerância de tempo descrita na tabela 8, a idade deve ser contada a partir da hora de moldagem.

Tabela 8: Tolerância para idade de ensaio

Idade de Ensaio	Tolerância Permitida
24 h	0,5
3 d	2
7 d	6
28 d	24
63 d	36
91 d	48
NOTA: Para outras idades de Ensaio, a tolerância deve ser obtida por interpolação	

Fonte: NBR 5738 (ABNT, 2015)

A resistência a compressão deve ser calculada de acordo com a fórmula 6:

Fórmula 6 – Cálculo da resistência a compressão

$$f_c = \frac{4F}{\pi * D^2}$$

Fonte: NBR 5739 (ABNT, 2007)

Onde:

- F é a força máxima alcançada, em newtons;
- D é o diâmetro do corpo de prova, em milímetros.

O resultado da resistência a compressão deve ser expresso em Megapascals (Mpa), com três algarismos significativos.

3.7.4 Ensaio de ruptura a tração

O ensaio de rompimento a tração por compressão diametral deve ser executado conforme NBR 7222 (ABNT, 2011).

A resistência à tração por compressão diametral deve ser calculada conforme fórmula 7:

Fórmula 7 – Cálculo da resistência a tração por compressão diametral

$$f_{td} = \frac{2F}{p \cdot D \cdot L}$$

Fonte: NBR 7222 (ABNT 2011)

Onde:

- f_{td} é a resistência à tração por compressão diametral, expressa em MPa, com aproximação de 0,05 MPa;
- F é carga máxima obtida no ensaio (kN);
- D é diâmetro do corpo de prova (mm);
- L = altura do corpo de prova (mm).

3.7.5 Comparação de custos

A comparação entre o custo de produção do concreto usinado e o concreto produzido no canteiro de obras será feito da seguinte forma:

- 1) Apresentação do traço em massa em função do consumo de cimento;
- 2) Pesquisa de campo em três empresas que vendem os materiais utilizados na preparação do concreto;
- 3) Para uma melhor amostragem, calcular a média dos preços levantados para todos os materiais constituintes do concreto;
- 4) Calcular os custos para a produção do concreto usinado em função do traço em massa;
- 5) Calcular os custos para a produção do concreto usinado em função do consumo de material por metro cúbico de concreto repassado pela usina de concretagem;
- 6) Calcular os custos para a produção do concreto produzido no canteiro de obras em função do traço em massa sem considerar a mão de obra;
- 7) Comparar os custos encontrados em função do traço em massa e o consumo de material por metro cúbico e obter o custo para um metro cúbico de concreto produzido no canteiro de obras através de uma regra de três;

8) Calcular o custo da mão-de-obra para a produção de um metro cúbico de concreto com betoneira estacionaria, de acordo com Mattos (2010), para esse cálculo é considerado o índice de produção de 0,18 h/m³ de concreto, com equipe básica de 2 pedreiros e 7 serventes. Serão considerados os valores de honorários de pedreiro e servente de acordo com a tabela de salários do SINDUSCON-MG;

9) Dividir o custo de material para produção de um metro cúbico de concreto produzido por uma betoneira estacionaria pelo custo de produção do mesmo concreto em função do traço em massa;

10) Multiplicar os resultados do item 8 e 9;

11) Somar o resultado do item 10 com o resultado do item 6.

De posse dos valores de custos de produção dos tipos de concreto, poderá ser feita a análise.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Traço

Em um primeiro momento, foi feito a coleta de informações sobre os materiais utilizados em ambos os traços na produção dos concretos.

- Cimento: Foi utilizado o cimento da marca Cauê, de característica CPIII RS 40.
- Areia de Rio: É diretamente extraída do rio Jequitinhonha, em Almenara-MG conhecida como areia lavada. Foi feito no laboratório da faculdade ALFA-UNIPAC Almenara/MG o ensaio de teor de umidade seguindo a NBR 6467 (agregados - determinação do inchamento de agregado miúdo - Método de ensaio, ABNT, 2006) e granulometria de acordo NBR 7211 (agregados para concreto – especificação, ABNT, 2005).

Teor de umidade: 5,8%.

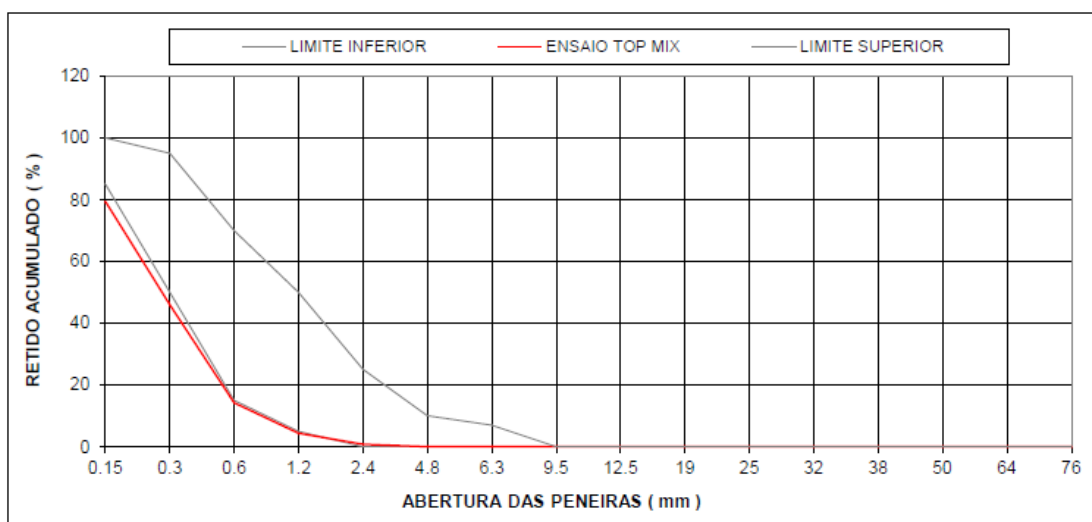
Granulometria:

Tabela 9: Ensaio de Granulometria

Peneira	Peneira	Massa retida na Peneira (g)	% retida na	% retida	% Passante
	(mm)		Peneira	Acumulada	acumulada
3"	76				
	64				
2"	50				
	38				
1.1/2"	32				
	25				
1"	19				
3/4"	12.5				
1/2"	9.5				
3/8"	6.3				
1/4"	4.8	35	3.50%	3.50%	96.50%
Nº 4	2.4	45.0	4.50%	4.50%	95.50%
Nº 8	1.2	30.0	3.00%	7.50%	92.50%
Nº 16	0.6	875.0	87.50%	95.00%	5.00%
Nº 30	0.3	15.0	1.50%	96.50%	3.50%
Nº 50	0.15				
Nº 100	0.01				
TOTAL		1000.0	100.00%	M.F.: 2.07	-
M.F. = Modulo de Finura da Areia			Diametro Máximo:	4.80 mm	-

Fonte: Autores (2020)

Figura 11: Curva granulométrica



Fonte: Autores (2020)

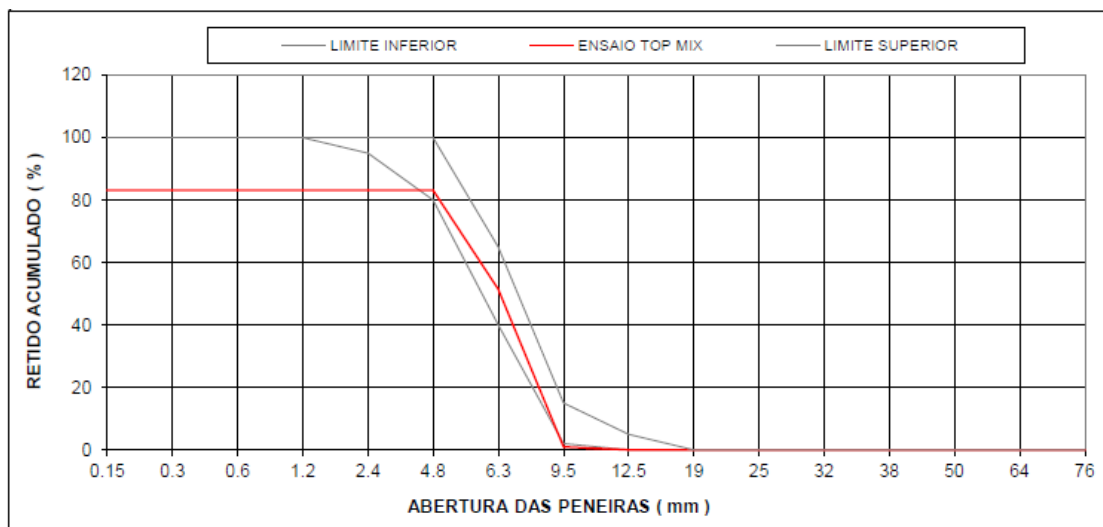
- Brita: É extraída da rocha gnaisse, cidade de Teófilo Otoni-MG, pela empresa Grupo pedreira mattar. Também foi feito no laboratório da Faculdade ALFA-UNIPAC Almenara/MG o ensaio de granulometria.
- Granulometria da Brita 0: 12 mm

Tabela 10: Ensaio de granulometria

Peneira	Peneira	Massa retida na	% retida na	% retida	% Passante
	(mm)	Peneira (g)	Peneira	Acumulada	acumulada
3"	76				
	64				
2"	50				
1.1/2"	38				
	32				
1"	25				
3/4"	19				
1/2"	12.5				
3/8"	9.5	100	10.00%	10.00%	90.00%
1/4"	6.3	600	60.00%	60.00%	40.00%
Nº 4	4.8	145	15.20%	75.20%	24.80%
Nº 8	2.4	135	13.50%	88.20%	11.80%
Nº 16	1.2	20	1.30%	89.50%	10.50%
Nº 30	0.6				
Nº 50	0.3				
Nº 100	0.15				
Nº 200	0.01				
TOTAL		1000.0	100.00%	M.F.: 3.23	-
M.F. = Modulo de Finura da Brita 0			Diametro Máximo:	9.50 mm	-

Fonte: Autores (2020)

Figura 12: Curva granulométrica



Fonte: Autores (2020)

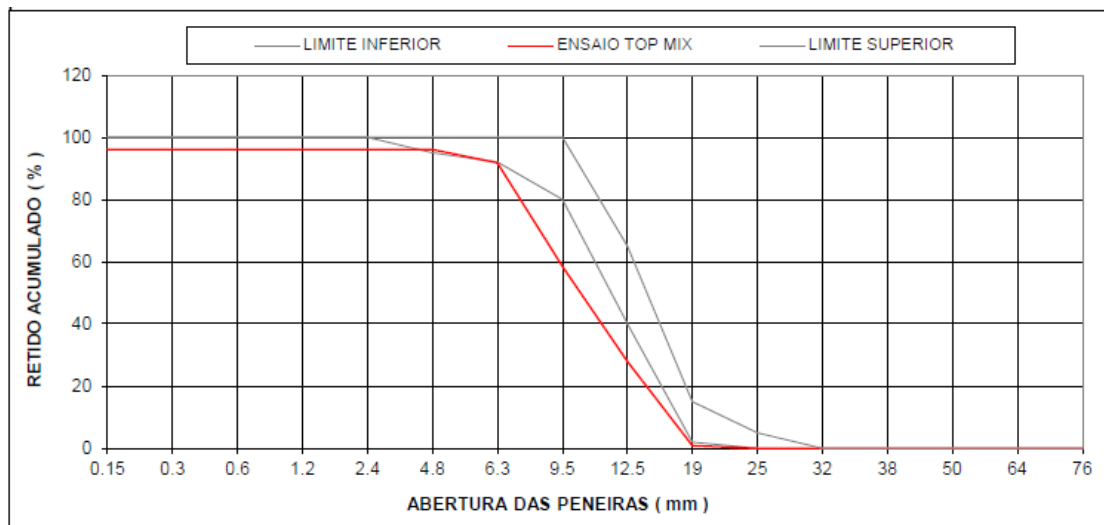
Granulometria da Brita 1: 19 mm

Tabela 11: Ensaio de granulometria

Peneira	Peneira (mm)	Massa retida na Peneira (g)	% retida na Peneira	% retida Acumulada	% Passante acumulada
3"	76				
	64				
2"	50				
1.1/2"	38				
	32				
1"	25				
3/4"	19	75	7.50%	7.50%	92.50%
1/2"	12.5	700	70.00%	70.00%	30.00%
3/8"	9.5	185	18.50%	88.50%	11.50%
1/4"	6.3	40	4.00%	92.50%	7.50%
Nº 4	4.8				
Nº 8	2.4				
Nº 16	1.2				
Nº 30	0.6				
Nº 50	0.3				
Nº 100	0.15				
Nº 200	0.01				
TOTAL		1000.0	100.00%	M.F.: 2.59	-
M.F. = Modulo de Finura da Brita 0			Diametro Máximo:	19.00 mm	-

Fonte: Autores (2020)

Figura13: Curva granulométrica



Fonte: Autores (2020)

- Água: É diretamente captada do rio Jequitinhonha, e armazenada em um reservatório.
- Aditivo: Muraplast FK 845, plastificante multifuncional, 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, obtém-se uma melhora na coesão e trabalhabilidade do concreto.

4.1.1 Concreto dosado em central

De acordo com a Concreteira mix mattar em Almenara-MG que nos forneceu o concreto para análise, o consumo de materiais para um metro cúbico de concreto 20 MPa foi o seguinte:

- Cimento: 260 kg;
- Areia de Rio: 894 kg;
- Brita 0: 240 kg;
- Brita 1: 719 kg;
- Água: 160 L;
- Aditivo: 1.3 L.

A partir destes dados fornecidos pela Concreteira, foi possível apresentar o traço do concreto usinado:

$$1 : 3,4 : 0,9 : 2,7 : 0,62$$

$$cim : areia : brita 0 : brita 1 : \acute{a}gua$$

Consumo de aditivo: 1,3 litros

Em relação a massa de cimento (traço em massa) apresenta-se:

$$50 : 172 : 46 : 138 : 31$$

$$cim(Kg) : areia(Kg) : brita 0(Kg) : brita1(Kg) : \acute{a}gua(litros)$$

Como pode ser observado, este concreto foi produzido com uma relação água/cimento de 0,62.

4.1.2 Concreto produzido em obra

Foi desenvolvido um traço, pegando como referência o traço do concreto usinado, para análise do mesmo, com resistência característica F_{ck} 20 Mpa. Para uma betoneira com capacidade de 120 L, foi utilizado o seguinte traço (massa):

$$10.4 : 36 : 10 : 29 : 6$$

$$cim(Kg) : areia(Kg) : brita 0(Kg) : brita1(Kg) : \acute{a}gua(litros)$$

Fonte: Autores

Traço comum utilizado:

$$1 : 3,46 : 0,96 : 2,78 : 0,78$$

$$cim : areia : brita 0 : brita 1 : \acute{a}gua$$

Como pode ser observado, este concreto foi produzido com uma relação água/cimento de 0,78.

4.2 Caracterizao dos lotes analisados

Para ambos os tipos de concreto foi escolhido que se produzisse um concreto com resistência característica a compressão (F_{ck}) de 20 MPa, os procedimentos de ensaio de abatimento pelo tronco de cone (Slump Test) e moldagem dos corpos de prova foram os mesmos para os dois tipos de concreto para que não haja distoro nos resultados.

O primeiro lote ensaiado foi com o concreto produzido pela central de concretagem, este foi coletado diretamente na saída do caminhão betoneira da usina e moldado na cidade de Almenara-MG. Primeiramente foi despejado o concreto dentro de um carrinho de mão,

posteriormente foi realizado o ensaio de abatimento pelo tronco de cone de acordo com a NBR NM 67 (ABNT, 1998), conforme as figuras abaixo. Logo após foram moldados 24 corpos de prova cilíndricos de dimensão 10x20 cm de acordo com a NBR 5738 (ABNT, 2015).

Figura 14: Coletando amostra do concreto



Fonte: Autores (2020)

Figura 15: Ensaio de abatimento (Slump Test)



Fonte: Autores (2020)

O ensaio realizado para determinar a consistência do abatimento pelo tronco de cone resultou em um abatimento de 12 cm ou 120 mm.

Figura 16: Moldando os corpos de prova



Fonte: Autores (2020)

Figura 17: Corpos de prova moldados



Fonte: Autores (2020)

Em seguida os corpos de prova foram levados para um local coberto para passar por uma cura inicial, onde ficaram sobre abrigo livre do sol, chuva e vento, os quais poderiam interferir no resultado da análise final.

Figura 18: Corpos de prova, deformados. Doze (12) para teste de resistência a compressão e doze(12) para resistência a tração



Fonte: Autores (2020)

Figura 19: Cura dos corpos de prova (CP's)



Fonte: Autores (2020)

No terceiro dia os corpos de prova foram levados até o laboratório da Faculdade ALFA-UNIPAC – Almenara-MG. Em seguida foram rompidos 3 corpos de prova pelo ensaio de compressão e 3 corpos de prova pelo ensaio de tração por compressão diametral, obtendo assim os resultados de resistência na idade de 3 dias. Os demais corpos de prova foram levados até a caixa d'água onde ficaram curando até o dia de seu rompimento, sendo eles aos 7, 21 e 28 dias.

O segundo lote ensaiado foi com o concreto produzido no canteiro de obras, moldado na Faculdade ALFA-UNIPAC – Almenara-MG, este concreto foi produzido por uma betoneira estacionária.

Primeiramente despejou-se o concreto produzido pela betoneira dentro de um carrinho de mão, realizando o ensaio de abatimento pelo tronco de cone de acordo com a NBR NM 67 (ABNT, 1998), conforme figuras 20 e 21, logo após foram moldados 24 corpos de prova

cilíndricos de dimensão 10x20 cm de acordo com a NBR 5738 (ABNT, 2015), conforme mostra a figura 22.

Figura 20: Coletando amostra do concreto



Fonte: Autores (2020)

Figura 21: Ensaio de abatimento (Slump Test)



Fonte: Autores (2020)

O ensaio realizado para determinar a consistência do abatimento pelo tronco de cone resultou em um abatimento de 16 cm ou 160 mm.

Figura 22: Moldando os corpos de prova



Fonte: Autores (2020)

Figura 23: Corpos de prova moldados



Fonte: Autores (2020)

4.3 Resistências características apresentadas

Apresentaremos algumas imagens dos Rompimentos, seguindo as suas idades 3 (três), 7 (Sete), 21 (Vinte e um) e 28 (vinte e oito) dias respectivamente. Conforme NBR NM ISO 7500-1 (ABNT, 2004), foi utilizado a prensa Contenco com variação de 0 – 120000 Kgf.

Figura 24: Ruptura a compressão na idade de 3 (três) dias. A direita o concreto usinado e a esquerda o produzido em obra



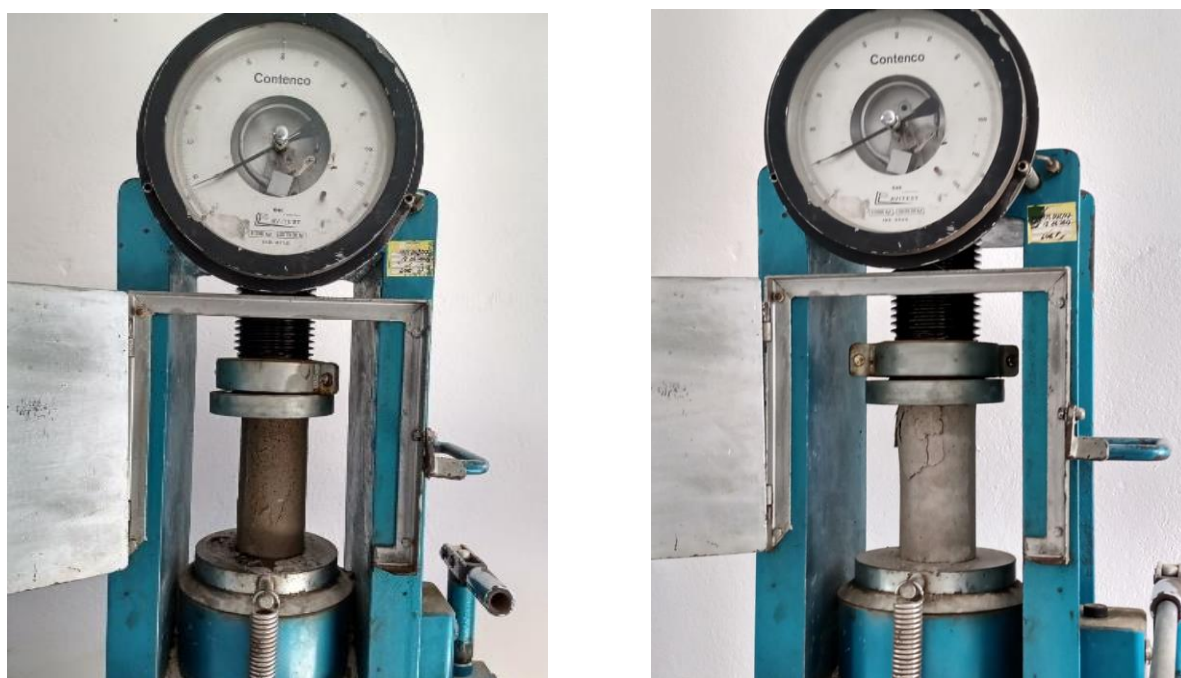
Fonte: Autores (2020)

Figura 25: Ruptura a tração por compressão diametral na idade de 3 (três) dias. A direita o concreto usinado e a esquerda o produzido em obra



Fonte: Autores (2020)

Figura 26: Ruptura a compressão na idade de 7 (sete) dias. A direita o concreto usinado e a esquerda o produzido em obra



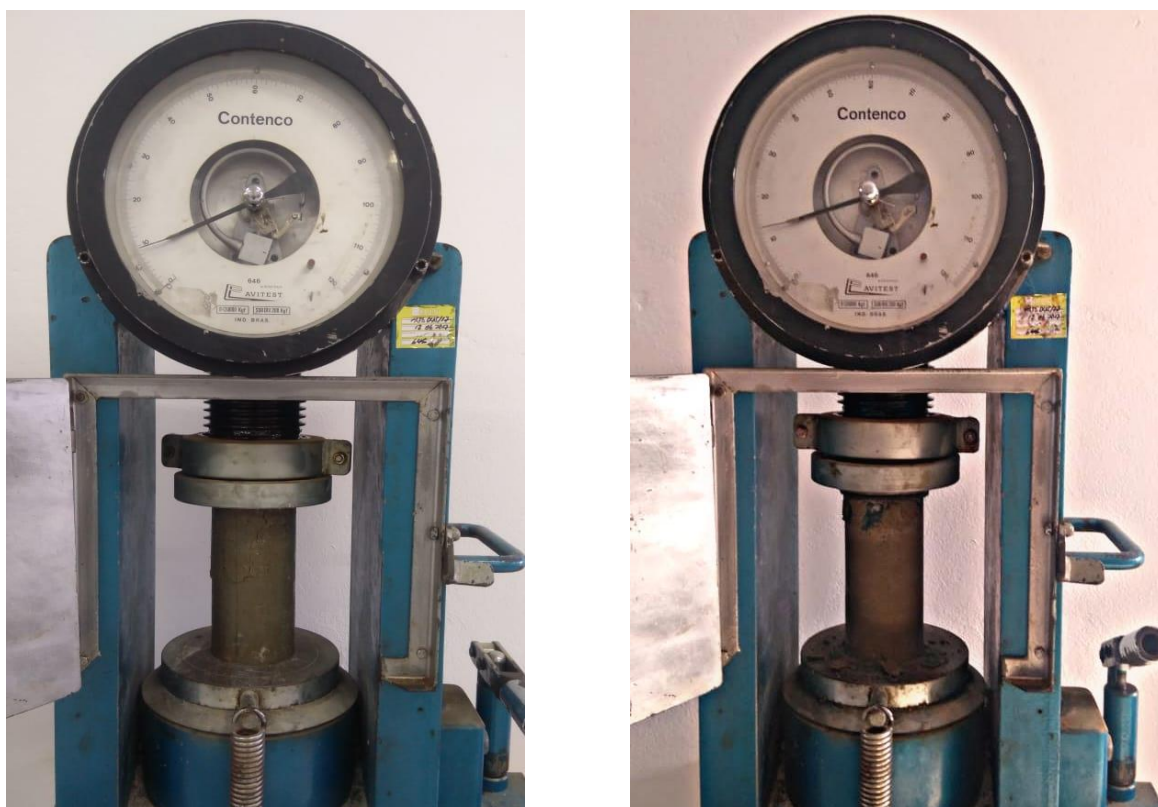
Fonte: Autores (2020)

Figura 27: Ruptura a tração por compressão diametral na idade de 7 (sete) dias. A direita o concreto usinado e a esquerda o produzido em obra



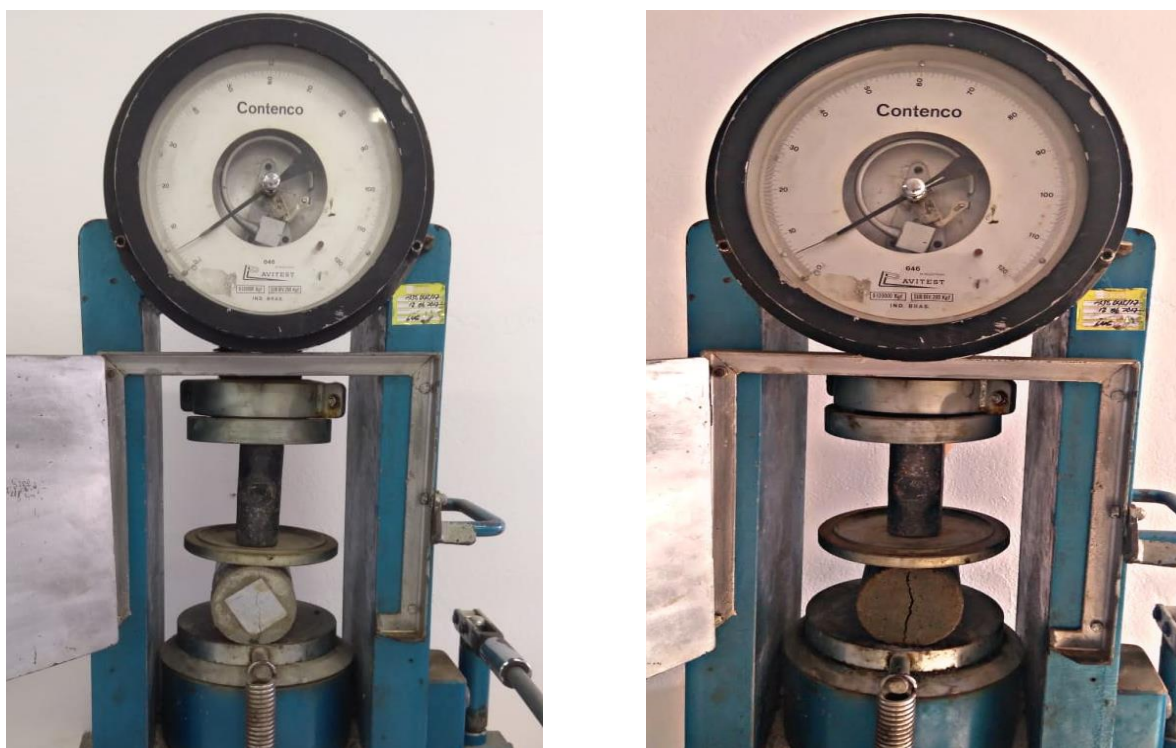
Fonte: Autores (2020)

Figura 28: Ruptura a compressão na idade de 21 (vinte e um) dias. A direita o concreto usinado e a esquerda o produzido em obra



Fonte: Autores (2020)

Figura 29: Ruptura a tração por compressão diametral na Idade de 21 (vinte e um) dias. A direita o concreto usinado e a esquerda o produzido em obra



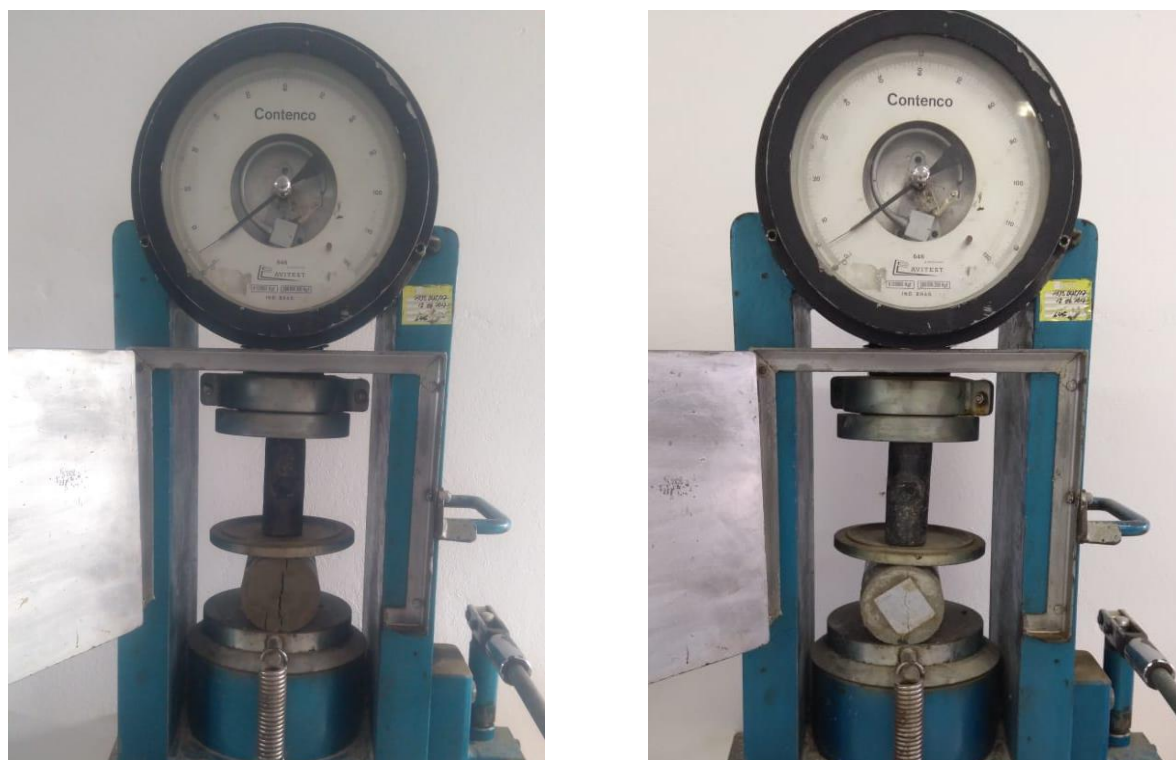
Fonte: Autores (2020)

Figura 30: Ruptura a compressão na idade de 28 (vinte e oito) dias. A direita o concreto usinado e a esquerda o produzido em obra



Fonte: Autores (2020)

Figura 31: Ruptura a tração por compressão diametral na idade de 28 (vinte e oito) dias. A direita o concreto usinado e a esquerda o produzido em obra



Fonte: Autores (2020)

Após feito todos os ensaios de rompimento a compressão e a tração por compressão diametral nas suas respectivas idades foi verificado os resultados para o concreto produzido pela central de concretagem conforme tabela 12, e os resultados para o concreto produzido no canteiro de obras conforme tabela 13.

Tabela 12 - Resistências ao rompimento do concreto usinado

Idade (Dia)	Resistencia a Compressão (Mpa)	Resistencia a Tração por Compressão Diametral (Mpa)
3	7.494	1.291
3	8.743	1.49
3	8.743	1.953
7	12.74	2.45
7	12.49	2.341
7	10.242	2.1
21	17.12	2.51
21	17.01	2.42
21	17.49	2.46
28	23.51	2.4
28	23.42	2.38
28	23.59	2.42

Fonte: Autores (2020)

Tabela 13 - Resistências ao rompimento do concreto produzido em obra

Idade (Dia)	Resistencia a Compressão (Mpa)	Resistencia a Tração por Compressão Diametral (Mpa)
3	6.241	0.99
3	6.24	0.85
3	6.1	0.98
7	9.99	1.3
7	8.74	1.32
7	9.74	1.4
21	13.5	1.5
21	13.44	1.66
21	12.58	1.8
28	17.48	1.98
28	16.55	2.1
28	16.69	2.25

Fonte: Autores (2020)

Em cada rompimento foram obtidas três amostras, para uma melhor amostragem foi desconsiderada a amostra que mais fugia do padrão das outras duas, ou seja, das três amostras os dois valores de resistência que mais se aproximavam foram mantidos, o que mais se afastava foi excluído. De posse dos dois valores de resistência que foram mantidos, foi feita uma média entre eles, o que resultou na tabela 14 para o concreto usinado, e na tabela 15 para o concreto produzido no canteiro de obras.

Tabela 14 - Resistências médias ao rompimento do concreto usinado

Idade (dias)	Resistência Média a Compressão (Mpa)	Resistência Média a Tração por Compressão Diametral (Mpa)
3	8,32	1.57
7	11,82	2.29
21	17,20	2.46
28	23,50	2.4

Fonte: Autores (2020)

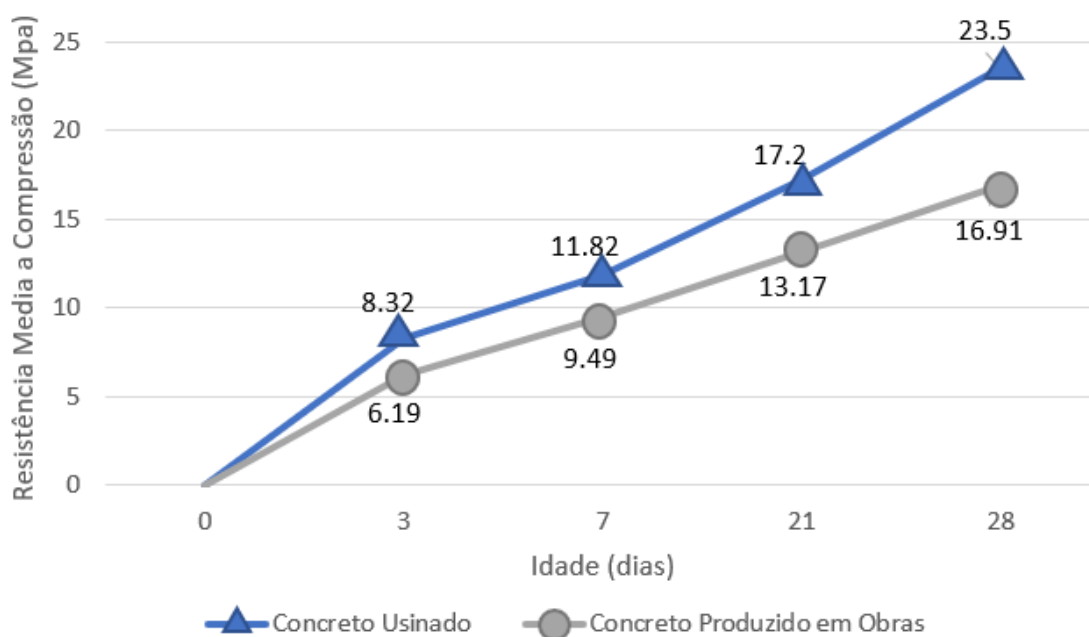
Tabela 15 - Resistências médias ao rompimento do concreto produzido no canteiro de obras

Idade (dias)	Resistência Média a Compressão (Mpa)	Resistência Média a Tração por Compressão Diametral (Mpa)
3	6,19	0,94
7	9,49	1,34
21	13,17	1,65
28	16,91	2,11

Fonte: Autores (2020)

A figura 32 compara em um gráfico os dois tipos de concreto quanto a resistência a compressão, já a figura 33 compara em um gráfico os dois tipos de concreto quanto a resistência a tração por compressão diametral.

Figura 32: Gráfico comparando as resistências a compressão



Fonte: Autores (2020)

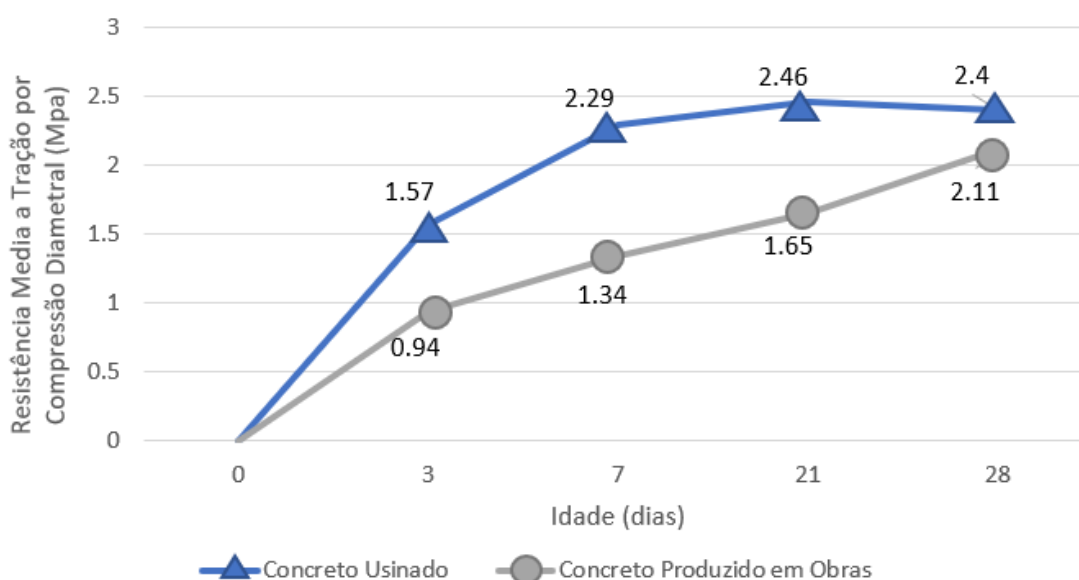
Observa que desde as primeiras idades a resistência a compressão do concreto usinado foi superior a resistência do concreto produzido no canteiro de obras, porém a curva que representa a ascensão de resistência demonstra que o concreto usinado adere maior resistência nas primeiras idades e posteriormente diminui a intensidade de crescimento, estabilizando aos 28 dias. Já o concreto produzido no canteiro de obras apresenta uma curva com crescimento

mais lento e uniforme nas idades iniciais, aumentando o ganho de resistência nas idades de 21 a 28 dias.

Percebe que a resistência média a compressão do concreto usinado superou entorno de 117.5% a resistência média a compressão do concreto produzido no canteiro de obras aos 28 dias. A maior diferença de resistência a compressão pode ser observada no rompimento com idade de 28 dias.

Outra observação importante a ser frisada é que a resistência média do concreto usinado na idade de 21 dias é superior à resistência média do concreto produzido no canteiro de obras na idade de 28 dias, sendo elas de 17,2 Mpa e 16,91 Mpa respectivamente.

Figura 33: Gráfico comparando as resistências a tração por compressão diametral



Fonte: Autores (2020)

Observa que as curvas representativas do ganho de resistência a tração por compressão diametral são similares para ambos os tipos de concreto, diferente das curvas de ganho de resistência a compressão.

A resistência a tração por compressão diametral na idade de 28 dias do concreto usinado é de 12% a mais que a resistência do concreto produzido no canteiro de obras.

Assim como a resistência a compressão, a resistência a tração por compressão diametral na idade de 7 dias do concreto usinado, é superior a resistência a tração por compressão diametral do concreto produzido no canteiro de obras na idade de 28 dias, sendo elas 2,29 Mpa e 2,11 Mpa respectivamente.

4.4 Estudo de custos

Para a análise de custos foram levados em consideração os traços em massa apresentados em relação a massa do cimento:

Foi feito uma pesquisa de campo no município de Almenara-MG em três lojas de materiais de construção com a finalidade de fazer um levantamento de custos dos materiais constituintes no preparo do concreto.

Para apresentação dos valores nomeou-se as três lojas de materiais de construção como sendo Empresa A, Empresa B e Empresa C, conforme tabela 16.

Tabela 16: Custo dos materiais constituintes do concreto

Insumo	Unid. Medida	Empresa A (R\$)	Empresa B (R\$)	Empresa C (R\$)
Cimento	saco (kg)	32	28	28,90
Areia	m ³	40	50	44
Brita 0	m ³	150	170	160
Brita 1	m ³	150	170	160

Fonte: Autores (2020)

Para melhor representação dos custos de cada insumo elaborou-se uma média dos valores repassados pelas três empresas, de acordo com a tabela 17.

Tabela 17: Custo médio dos materiais constituintes do concreto

Insumo	Unid. Medida	Custo (R\$)
Cimento	saco	29,63
Areia	m ³	44,66
Brita 0	m ³	160,00
Brita 1	m ³	160,00

Fonte: Autores (2020)

4.4.1 Custo para o concreto usado

A partir do traço em massa verificou-se os seguintes custos para os materiais constituintes desse tipo de concreto:

- Cimento: R\$ 20,00
- Areia: R\$ 4,30

- Brita 0: R\$ 4,93
- Brita 1: R\$ 14,78

Somando esses materiais resultou em um custo de R\$ 44,01 por traço de 50 Kg de cimento, porém ainda deve ser considerado o valor do aditivo.

4.4.2 Custo para o concreto produzido no canteiro de obras

A partir do traço em massa verificou-se os seguintes custos para os materiais constituintes desse tipo de concreto:

- Cimento: R\$ 29,90
- Areia: R\$ 5,40
- Brita 0: R\$ 5,83
- Brita 1: R\$ 16,88
- Mão-de-obra: R\$ 1,72

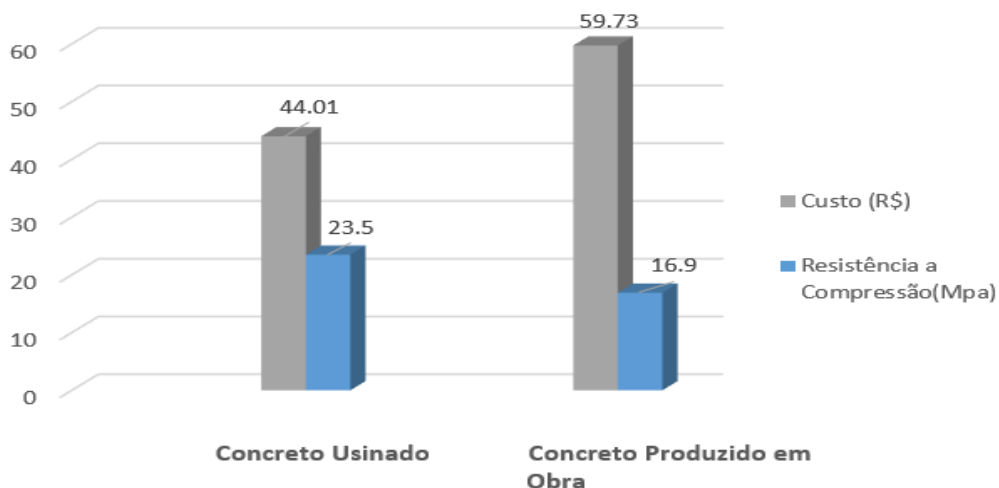
Somando esses materiais resultou em um custo de R\$ 59,73

4.4.3 Análise dos custos

Para ambos os tipos de concreto não foram levados em consideração o custo de energia elétrica e água utilizada para a produção do concreto.

Verificou que a diferença de custos entre os dois tipos concreto é muito pequena considerando a diferença que se obtêm na resistência a compressão dos mesmos, conforme figura 32.

Figura 34: Comparação entre custos e resistência a compressão



Fonte: Autores (2020)

Percebe que o concreto usinado apresenta um custo de apenas 26,32% a menos do que o concreto produzido no canteiro de obras, porém sua resistência alcançou 28% a mais em relação ao segundo tipo de concreto.

Em uma comparação de custos de produção dos concretos por m³, obteríamos os seguintes resultados:

- Concreto usinado:

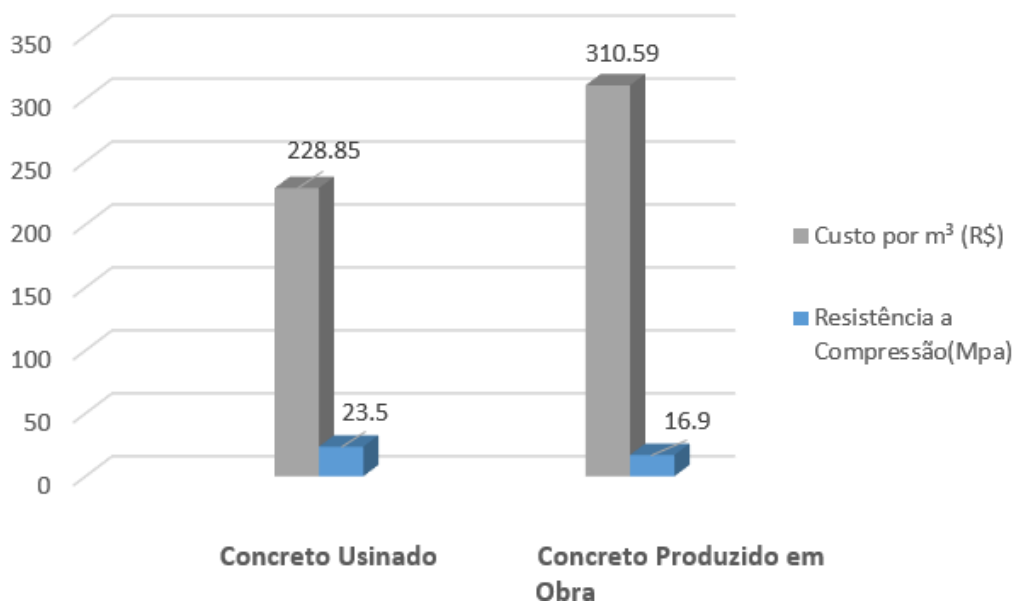
$$1 \text{ m}^3 = \text{R\$ } 228,85$$

- Concreto produzido no canteiro de obras:

$$1 \text{ m}^3 = \text{R\$ } 310,59$$

Visto que a produção de 1 m³ do concreto usinado custa 26% a menos do valor da produção de 1 m³ do concreto produzido no canteiro de obras.

Figura 35: Comparação entre custos por m³ e resistência a compressão



Fonte: Autores (2020)

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos através desta pesquisa são considerados satisfatórios, pois estes puderam apresentar a realidade que se encontra em algumas obras não só da nossa região, mas também em todo o país.

Conforme pode ser observado, o concreto produzido no canteiro de obras atingiu resistências inferiores ao concreto produzido por uma central. Observa que o consumo de materiais não diferiu muito entre ambos os tipos de concreto, de modo que não possa explicar tamanha discrepância nos resultados de resistência característica a compressão e a resistência característica a tração por compressão diametral.

Verificou que o concreto produzido pela central de usinagem atende a resistência exigida de 20 MPa, este apresentou resistência característica a compressão de 23,59 MPa na idade de (28) vinte e oito dias.

Porém o concreto produzido no canteiro de obras por uma betoneira estacionária chega perto da resistência exigida 20 Mpa, este apresentou resistência característica a compressão de 17,48 MPa na idade de 28 dias.

No entanto o fator que possa fundamentar essa desigualdade está apresentado na tabela 04 da página 30, onde foi observado que o aumento característico desejado na resistência do concreto é inversamente proporcional a relação água/cimento.

Foi identificado outro ponto muito importante na hora de coletar a amostra do concreto usinado, foi visto no caminhão betoneira um medidor de consistência (manômetro), que facilita no controle da dosagem de água do concreto sendo mais preciso possível, diferente do controle do concreto virado em obra, que é realizado manualmente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, W. P. **Concretos – massas, estrutural, projetado e compactado com rolo**. São Paulo: ed. PINI, 1997.

ARAÚJO, R.; VECHI, V. **Cumprimento da NBR 12655 no processo de recebimento do Concreto Usinado na grande Florianópolis**, junho 2018. Disponível em: <<https://www.riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/5006/TCC%20Rhogan%20e%20Vitor.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 20 de setembro de 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇO DE CONCRETAGEM. **O que é concreto dosado em central**. Disponível em: <<https://www.abesc.org.br/assets/files/oque.pdf> > Acesso em: 25 de Agosto de 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Básico sobre cimento**. Disponível em: < http://www.abcp.org.br/conteudo/basico-sobre-cimento/basico/basico-sobrecimento#.VRhec_zF9Cg > Acesso em: 13 de agosto de 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. **Agregados - Determinação do inchamento de agregado miúdo - Método de ensaio**. NBR 6467. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Agregados para concreto - Especificação**. NBR 7211. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Argamassa e concreto – Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos**. NBR 7222. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. **Concreto – Amostragem de concreto fresco**. NBR NM 33. Rio de Janeiro, 1998.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. **Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento**. NBR 12655. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. **Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos**. NBR 5739. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. **Execução de concreto dosado em Central**. NBR 7212. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. **Extração, preparo e ensaio de testemunhos do concreto**. NBR 7680. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. **Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**. NBR 5738. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. **Projeto de estrutura de concreto - Procedimento**. NBR 6118. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. **Materiais metálicos — Calibração e verificação de máquinas de ensaio estático uniaxial Parte 1: Máquinas de ensaio de tração/ compressão — Calibração e verificação do sistema de medição da força**. NBR ISO 7500-1. Rio de Janeiro, 2016.

BASTOS, P. S. S. **Fundamentos do Concreto Armado**. 2006. Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/decc/ECC1006/Downloads/FUNDAMENTOS.pdf>>. Acesso em: 13 de agosto de 2020.

BAUER, L. A. F. **Materiais de Construção**. 5. ed. rev. Rio de Janeiro: Ed. LTC, 2001.

BROOKS, N. **Tecnologia do concreto**. [S.l.]: Bookman, 2010.

CARVALHO; FIGUEIREDO. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de Concreto Armado**. São Carlos: EDUFSCAR, 2014.

DAHER.C.H.; DE LUCA.L.C. **Concreto Usinado**. Grupo IDD, julho 2018. Disponível em: <<https://www.idd.edu.br/blog/idd-news/saiba-tudo-sobre-o-concreto-usinado>> Acesso em: 15 de Agosto de 2020.

HELENE, P.; ANDRADE, T. **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.

HELENE, P.; TERZIAN, P. **Manual de Dosagem e Controle do Concreto**. São Paulo: ed. PINI, 1993.

ISAIA, G. C. **A água no concreto**. In: **CONCRETO: CIÊNCIA E TECNOLOGIA**. Ed. G. C. ISAIA. – São Paulo: IBRACON. 2011. vol 1.

MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: ed. PINI, 2010.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: Estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: ed. Pini, 2008.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto**. 2ª ed. Tradução: Salvador E. Giammusso. São Paulo: Ed. Pini. 1997. 828 p.

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

Portal do Concreto. Disponível em: <<https://www.portaldoconcreto.com.br/concreto-dosado-em-central>> Acesso em: 13 de agosto de 2020.

RECENA, F. A. P.; PEREIRA, F. M. **Produção e controle dos concretos em obra**. In: **CONCRETO: CIÊNCIA E TECNOLOGIA**. Ed. G. C. ISAIA. – São Paulo: IBRACON. 2011. vol 1.

REGATTIERI, C. E. X.; MARANHÃO, F. L. **Produção e controle de concreto dosado em central. In: CONCRETO: CIÊNCIA E TECNOLOGIA.** Ed. G. C. ISAIA. – São Paulo: IBRACON. 2011. vol 1.

RODRIGUES, P. P. F. **Parâmetros de dosagem do concreto.** ET-67. São Paulo: ABCP, 2005.

SINDUSCON-MG. **Salários médios.** Disponível em: < <http://www.sinduscon-rs.com.br/wpcontent/uploads/2015/06/SAL%C3%81RIOS-MEDIOS-SETEMBRO-2015.pdf>>
Acesso em: 20 de setembro de 2020.

YAZIGI, W. **A técnica de edificar.** 10. ed. rev. atual. São Paulo: ed. PINI, 2009.