



FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**ANÁLISE COMPARATIVA DA RESISTÊNCIA DO
CONCRETO COM E SEM A INCORPORAÇÃO DE
ADITIVO PLASTIFICANTE**

Goianésia – 2017

ANÁLISE COMPARATIVA DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO COM E SEM A INCORPORAÇÃO DE ADITIVO PLASTIFICANTE

JEAN EDUARDO DE SOUSA SANTOS

Trabalho apresentado ao Programa de Graduação em Engenharia Civil da Faculdade Evangélica de Goianésia, como parte dos requisitos para obtenção do título de Graduação em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Esp. WELINTON ROSA DA SILVA

JEAN EDUARDO DE SOUSA SANTO

**ANÁLISE COMPARATIVA DA RESISTÊNCIA DO
CONCRETO COM E SEM A INCORPORAÇÃO DE ADITIVO
PLASTIFICANTE**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA COMO
PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE
BACHAREL**

APROVADO POR:

**WELINTON ROSA DA SILVA, Especialista (FACEG)
(ORIENTADOR)**

**WANESSA MESQUITA GODOI QUARESMA, Msc (FACEG)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**ROBSON DE OLIVEIRA FELIX, Especialista (FACEG)
(EXAMINADOR INTERNO)**

GOIANÉSIA/GO, 05 de DEZEMBRO de 2017

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pois somente por ele tudo é possível, nossas vidas e nossas conquistas não teriam valor algum se não fosse pelas graças dele.

Aos meu pais José Antônio dos Santos e Edith Eduardo de Sousa Santos, por me ensinar que sem sacrifício e responsabilidade não se é possível alcançar nossos objetivos.

Ao meu orientador, Prof. Welinton Rosa Silva, pelo acompanhamento, orientação.

Ao eng. Luiz da concreteira REDEMIX, pela colaboração em ceder o traço e um aditivo para o estudo.

Ao meu colega e amigo Leonardo Ferreira Silva, que participou de boa parte do desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus outros colegas, Nadinne Pereira, Paulo Cotrim, Thalita Cotrim, Andressa Jordana, Veronica Braga, Bruna Tavares e tantos outros que me ajudaram no desenvolvimento do processo experimental.

Um sonho sonhado sozinho é um sonho.
Um sonho sonhado junto é realidade.
Yoko Ono

RESUMO

É notório que a construção civil é o setor que mais passou por mudanças desde o princípio da humanidade, fato é que, deixamos de morar em cavernas feitas pela força da própria natureza e começamos a construir estruturas entre as nuvens, através de arranha-céus que se perdem de vista.

Em um mundo cada vez mais populoso é de se notar uma grande competitividade no mercado de trabalho, na construção civil não seria diferente. Para se destacar e se firmar num mercado tão competitivo não basta apenas ter mão de obra qualificada, é necessário se buscar meios e métodos e acelerem a produtividade.

Em se tratando de elemento construtivo o concreto é um dos mais utilizados em todo o mundo, sua formula é composta por aglomerante, agregados, água e aditivo, sendo esse último o componente que tem o objetivo de conferir vantagens a massa de concreto.

Sendo assim, este estudo selecionar dois tipos de aditivos, o plastificante e o superplastificante, e visa entender quais benefícios eles oferecem para a massa de concreto.

Palavras-chave: Concreto. Aditivo. Plastificante. Superplastificante. Análise de Resistência.

ABSTRACT

It is clear that civil construction is the sector that has undergone most changes since the beginning of humanity, fact is that, we cease to live in caves made by the force of nature itself and began to build structures between the clouds, through skyscrapers that they get out of sight.

In an increasingly populous world it is noticeable a great competitiveness in the labor market, in construction would not be different. In order to stand out in a competitive market, it is not enough to have a skilled workforce, it is necessary to seek means and methods and to accelerate productivity.

As a constructive element, concrete is one of the most used in the world, its formula is composed of binder, aggregates, water and additive, the latter being the component that has the purpose of conferring advantages to concrete mass.

Thus, this study select two types of additives, plasticizer and superplasticizer, and aims to understand what benefits they offer to the concrete mass

Keywords: Concrete. Additive. Plasticizer. Superplasticizer. Analysis of Resistance.

LISTA DE ABREVIATURAS

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR – Norma Brasileira

NM – Norma Mercosul

A/C – Fator Água Cimento

CP – Corpo de Prova

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - INFLUENCIA DOS TIPOS DE CIMENTO NAS ARGAMASSAS E CONCRETO.....	18
Tabela 2 - CORRELAÇÃO ENTRE CONSISTÊNCIA E TRABALHABILIDADE	30
TABELA 3 - TRAÇO E SLUMP DE CADA DOSAGEM	31
TABELA 4 - TOLERÂNCIA PARA ENSAIO SEGUNDO NBR 5739	33
TABELA 5 - DADOS ENSAIO DE COMPRESSÃO.....	35

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - CIMENTO PORTLAND UTILIZADO	Erro! Indicador não definido.
FIGURA 2 - SIKA CONCRETO FORTE	Erro! Indicador não definido.
FIGURA 3 - SIKA RM 320	Erro! Indicador não definido.
FIGURA 4 - CPS EM PROCESSO DE CURA	Erro! Indicador não definido.
FIGURA 5 - SLUMP TEST	Erro! Indicador não definido.
FIGURA 6 – SLUMP TEST PARA CPs – JN	Erro! Indicador não definido.
FIGURA 7 – SLUMP TEST PARA CPs – JP	Erro! Indicador não definido.
FIGURA 8- SLUMP TEST PARA CPs – JSP	Erro! Indicador não definido.
FIGURA 9 - CP POSICIONADO CORRETAMENTE PARA ENSAIO	Erro! Indicador não definido.

SUMÁRIO

1-INTRODUÇÃO	12
2- OBJETIVOS	13
2.1 – GERAIS	13
2.2 – ESPECÍFICOS.....	13
3- JUSTIFICATIVA	14
4 - REVISÃO TEÓRICA	15
4.1 – CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND	15
4.2 – COMPONENTES DO CONCRETO	15
4.2.1 – CIMENTO	15
4.2.2 – TIPOS DE CIMENTO.....	16
4.2.3 – AGREGADOS.....	18
4.2.4 – RELAÇÃO ÁGUA/CIMENTO (A/C)	20
4.2.5 – ADITIVOS	20
4.3 – PROPRIEDADES DO CONCRETO FRESCO	21
4.3.1 – CONSISTÊNCIA E TRABALHABILIDADE	21
4.3.2 – SEGREGAÇÃO E EXSUDAÇÃO	22
4.4 – PRODUÇÃO DO CONCRETO	22
4.4.1 – MISTURA	22
4.4.2 – TRANSPORTE	23
4.4.3 – LANÇAMENTO	23
4.4.4 – ADENSAMENTO.....	23
5- METODOLOGIA E MATERIAIS	25
5.1 - CLASSIFICAÇÃO DO ESTUDO	25
5.2 - PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	25
5.3 – MATERIAIS	25
5.4 – ENSAIOS	28
5.4.1 – MOLDAGEM E CURA DE CORPOS-DE-PROVA CILÍNDRICOS	28
5.4.2 – SLUMP TEST	29
5.4.4 – ENSAIO DE COMPRESSÃO.....	33
6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
7 – BIBLIOGRAFIA.....	37

1-INTRODUÇÃO

As estruturas de alvenaria pré-históricas eram compostas de terra, aumentadas sob a forma de paredes ou cúpulas por camadas sucessivas ou de blocos de pedra, colocadas uma sobre a outra sem a ajuda de nenhum material de cementação. Utilizavam-se rochas pela sua resistência e durabilidade, porém as ferramentas disponíveis para sua extração, trabalhabilidade e transporte se reduziam a escala de força humana (ADDIS 2009).

Os Gregos e os Romanos utilizavam calcário calcinado e, mais tarde, aprenderam a adicionar areia e pedra fragmentada ou fragmentos de tijolos ou telhas ao calcário e à água. Esse foi o primeiro concreto da história. (NEVILLE 2016). Com o passar do tempo, o conhecimento evoluiu e o homem descobriu no século XIX que a mistura curada de calcário e argila apresentava propriedades aglomerantes, surgindo assim o cimento Portland. (SCHWAAB 2015)

Já nos dias atuais com o aumento da evolução tecnologia e com a grande concorrência as empresas estão reavaliando seus métodos e sistemas em busca de produtividade e competitividade (DURAN; FRACARO, 2011).

A engenharia moderna vem enfrentando um grande problema ocasionado pelo curto espaço de tempo que se dispõe para executar determinadas tarefas. Tendo em vista que o concreto é o um dos materiais mais utilizados a engenharia civil é relevante que se procure métodos e materiais que tornem seu uso mais eficaz, econômico e seguro. (BENETTI 2007)

Desta forma a evolução da tecnologia possibilitou o desenvolvimento uma de materiais aditivo para ser incorporado a argamassa do concreto, fornecendo vantagens físicas e econômicas, que variam de acordo com a propriedade que deseja ser melhorada. (NEVILLE 2016)

Preocupado com a premissa de que as obras de engenharia estão contando com um cronograma cada vez mais curto, este trabalho vem abordar um aditivo que tem por finalidade oferecer ganhos de resistência nas primeiras idades, no qual o escolhido foi o aditivo plastificante.

2- OBJETIVOS

2.1 – GERAIS

Analisar o comportamento do concreto em relação a sua resistência, comparando corpos de provas com e sem a adição de aditivo plastificante, utilizando se de cimento Portland (CPII-Z) e aditivo de marca conhecida no mercado brasileiro.

2.2 – ESPECÍFICOS

Fazer um concreto normal, moldando nove corpos de provas, fazer um concreto com aditivo “SIKA CONCRETO FORTE”, moldando nove corpos de provas, fazer um concreto com aditivo “SIKA RM 320 CO”, moldando nove corpos de provas. Fazer teste Slump para cada dosagem seguindo NBR NM 67:1998, realizar ensaio de compressão conforme NBR5739:2007 com rompimentos em 3, 7 e 28 dias de vida.

3- JUSTIFICATIVA

Através do conhecimento proporcionado pelo experimento, será possível analisar o comportamento do aditivo plastificante incorporado a mistura do concreto, assim sendo possível tomar decisões mais eficazes na hora de optar pela utilização ou não do aditivo em uma construção a base de concreto.

4 - REVISÃO TEÓRICA

4.1 – CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND

O concreto faz parte da evolução do homem e está presente em todas as obras projetadas para a melhoria das condições de vida da humanidade. Seria muito difícil imaginar o progresso se não fizessemos uso do concreto. (ALVES, 2002)

O Concreto hidráulico é um material de construção, constituído pela mistura de material aglomerante com agregados graúdos e miúdos, que reagem sob a ação da água. Quando recém-misturados, devem oferecer condições de trabalhabilidade. (PETRUCCI 1998)

Ao concreto podem ser acrescentadas substâncias para melhorar suas características, são chamados de aditivos, porém não corrigem defeitos provenientes de um concreto mal dosado ou mal feito. (AMBROZEWICZ 2015)

Petrucci (1998) afirma que para se obter um concreto durável, resistente, econômico e de bom aspecto deve ser estudar as propriedades de cada um dos componentes, as propriedades do concreto e os fatores capazes de alterá-las.

4.2 – COMPONENTES DO CONCRETO

4.2.1 – CIMENTO

Cimento é um material com propriedades adesivas e coesivas que é capaz de unir fragmentos minerais na forma de uma unidade compactada. (NEVILLE 2016)

As características e propriedades do concreto vão depender da qualidade e proporções dos materiais com que é composto, sendo o cimento o que mais ativo do ponto de vista químico, sendo assim o principal responsável pela transformação dessa mistura de matérias em um novo material denominado concreto. (ABCP 2002)

Segundo Ambrozewing (2015) O cimento Portland foi patenteado em 1824 pelo inglês Joseph Aspdin. Este nome foi escolhido pelo fato de que antigamente era moda na Inglaterra se construir usando uma rocha de cor acinzentada originária da Ilha de Portland, como o resultado da invenção de Aspdin se assemelhava na cor e na dureza da rocha encontrada na ilha, ela foi patenteada com o nome de Cimento Portland.

Se tratando de construção civil, o cimento Portland é hoje um dos materiais aglomerantes mais utilizados no mundo, e se caracteriza como um pó fino com propriedades aglomerantes, aglutinantes ou ligantes, que se transforma em material sólido quando submetido à ação da água. (ABCP 2002)

4.2.2 – TIPOS DE CIMENTO

Segundo a ABCP (2002) os tipos de cimento Portland no Brasil são:

- Cimento Portland comum:

Regulamentado pela NBR 5732:1991 o cimento Portland comum é aquele produzido sem nenhuma adição além de gesso, classificado pela sigla CP I, porém também pode ser considerado cimento Portland comum aquele com teores de 1 a 5% de adição, classificados como CP I-S

- Cimento Portland composto:

Regulamentado pela NBR 11578:1991 o cimento Portland composto é aquele que durante sua fabricação é permitido a adição de um ou mais compostos como, escórias granuladas de alto forno (sigla E), material pozzolânico (sigla Z) e material carbônico (sigla F), são classificados como CP II –E, CP II-Z e CP II-F.

- Cimento Portland de alto-forno:

Regulamentado pela NBR 5735:1991 o cimento Portland de alto-forno é aquele que na sua fabricação é acrescentado teores de 35 a 70% de escórias granulada de alto-forno, classificados como CP III.

- Cimento Portland pozzolânico:

Regulamentado pela NBR 5736:1991 o cimento Portland pozolânico é aquele que na sua fabricação é acrescentado teores de 15 a 50% de material pozolânico, classificados como CP IV.

- Cimento Portland de alta resistência inicial:

Regulamentado pela NBR 5733:1991 o cimento Portland de alta resistência inicial embora possua uma norma própria não deixa de ser um CP comum, porém possui particularidades que possibilitam um ganho de resistência mais alta já nas primeiras idades, como a adição de materiais carbonáticos e seu pó mais fino, classificado como CP V-ARI

- Cimento Portland resistente aos sulfatos:

Regulamentado pela NBR 5737:1991 cimento Portland resistente aos sulfatos são aqueles que apresente a seguintes características:

(a) Teor de (C_3A) do clínquer igual ou inferior a 8% e teor de adições carbonáticas igual ou inferior a 5%

(b) CP III que contiverem entre 60% e 70% de escória granulada de alto-forno, em massa.

(c) CP IV que contiverem teores entre 25% e 40% de material pozolânico.

(d) Quaisquer cimentos que tiverem antecedentes de resultados de ensaios de longa duração ou referências de obras que comprovem resistência aos sulfatos.

A classificação desses tipos de cimento é dada pelo tipo de cimento acrescentado da sigla RS, ex: CP V-ARI RS.

- Cimento Portland branco:

Regulamento pela NBR 12989:1993 esse tipo de cimento se diferencia dos demais pela sua coloração branca, conseguida a partir de matérias primas com baixos teores de óxidos

de ferro e manganês e por condições especiais em seu método de fabricação. É dividido em dois subtipos, estrutura e não estrutural, a principal característica que os diferem é classe de resistência não indicada no CP branco não estrutural.

- Cimento Portland de baixo calor de hidratação:

Regulamentado pela NBR 13116 o cimento Portland de baixo calor de hidratação é aquele que possui baixa liberação de calor em sua hidratação, que geram até 260 J/g aos 3 dias e até 300 J/g aos sete dias. Designado pela sigla BC e a classe original do seu tipo, ex: CP I-S 32 BC, CP III – 32 BC.

A tabela 1 demonstra a influência que cada tipo de cimento Portland exerce sobre as argamassas e concreto, tendo como objeto de estudo a resistência a compressão, calor de hidratação, impermeabilidade, resistência a agentes agressivos e durabilidade.

Tabela 1 - INFLUENCIA DOS TIPOS DE CIMENTO NAS ARGAMASSAS E CONCRETO

Propriedade	TIPO DE CIMENTO PORTLAND						
	Comum e Composto	Alto-Forno	Pozolânico	Alta Resistencia Inicial	Resistente aos Sulfatos	Branco Estrutural	Baixo Calor de Hidratação
Resistência à compressão	Padrão	Menor nos primeiros dias e maior no final da cura	Menor nos primeiros dias e maior no final da cura	Muito maior nos primeiros dias	Padrão	Padrão	Menor nos primeiros dias e padrão no final da cura
Calor gerado na reação do cimento com a água	Padrão	Menor	Menor	Maior	Padrão	Maior	Menor
Impermeabilidade	Padrão	Maior	Maior	Padrão	Padrão	Padrão	Padrão
Resistência aos agentes agressivos (água do mar e de esgotos)	Padrão	Maior	Maior	Menor	Maior	Menor	Maior
Durabilidade	Padrão	Maior	Maior	Padrão	Maior	Padrão	Maior

4.2.3 – AGREGADOS

Silva (2013) classifica como um material normalmente granuloso, comumente utilizado com o aglomerante, porém pode ser também usado como mistura para lastro de ferrovias, material de enchimento, de dreno e de enrocamento.

Ambrozewing (2015) define agregado como um material granular sem forma ou volume definido, que não possui atividade química ativa, constituindo propriedade adequada para a produção de argamassa e concreto.

Na mesma linha de raciocínio Bauer (2000) classifica com um material particulado de diversos tamanhos e ressalta que este termo “agregado” é de uso generalizado na tecnologia do concreto, nos outros ramos da construção civil é conhecido pelo nome específico: fíler, pedra britada, rachão, etc.

Os agregados exercem um importante papel nas argamassas e concreto, não somente pelo ponto de vista econômico, mais também pelo lado técnico, favorecendo certas características como: retração, aumento da resistência aos desgastes, etc., sem causar prejuízos a resistências aos esforços mecânicos. (PETRUCCI 1998)

Tanto Bauer (2000) como Ambrozewing (2015) classificam agregados como:

Quanto à origem:

- Naturais àqueles encontrados na natureza, como areia e cascalho.
- Industrializados, aqueles que têm em sua composição partículas obtidas por processos industrializados.

Quanto a dimensões das partículas:

- Miúdos, aqueles cujos grãos de maior tamanho passam no mínimo 85% pela peneira com abertura de malha de 4,75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 150 μm .
- Graúdos, aqueles cujos grãos de maior tamanho passam no mínimo 85% pela peneira com abertura de malha de 75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 4,75 mm.

Ambos regulamentados pela ABNT NBR 7211:2005

Quanto à massa específica:

- Leves, possuem massa unitária menor que 2.000 kg/m^3 .
- Normais ou médios, com massa unitária entre 2.000 kg/m^3 e 3.000 kg/m^3 .
- Pesados, caracterizados por possuírem massa unitária acima de 3.000 kg/m^3 .

4.2.4 – RELAÇÃO ÁGUA/CIMENTO (A/C)

Segundo Ambrozewing (2015) a água não é tratada como um material de construção, sendo as vezes desconsiderada nas composições de custos dos serviços de engenharia, embora para a confecção de um metro cubico de concreto, gastam se em media de 160 a 200 litros.

A ABNT NBR 15900-1:2009 estabelece que a água para o uso em concreto deve estar em conformidade com alguns parâmetros técnicos e químicos. A água não pode conter impurezas, sendo assim aquela classificada como potável esta em conformidade com os requisitos previsto em norma.

O fator A/C influencia diretamente na trabalhabilidade e permeabilidade do concreto, além disso, a água pode conter substancias que podem ser prejudiciais a qualidade e durabilidade do concreto.

Segundo Bauer (2000) deve se fazer analise química da agua se atentando para certos componentes como: medida do pH, odor, a consumação em permanganato de potássio, a dureza, o magnésio, o amônio, os sulfatos, os cloretos, o anidrido carbônico dissolvendo a cal.

Ambrozewing (2015) exemplifica que os carbonatos podem acelerar a pega, os bicarbonatos alcalinos podem acelerar ou retardar, os sódios podem ser nocivos às armaduras, entre outros.

4.2.5 – ADITIVOS

Um aditivo pode ser definido como um produto químico que, exceto em casos especiais são adicionados ao concreto em quantidades máximas de 5%, em relação à massa de cimento, durante a mistura ou durante uma mistura complementar antes do lançamento do concreto, com o objetivo de obter uma alteração especifica, ou alterações, nas propriedades normais do concreto (NEVILLE 2016).

Segundo Petrucci, (1998) entendem - se por aditivos as substancias que são adicionadas intencionalmente ao concreto, com finalidade de reforçar ou melhorar certas características, inclusive facilitando seu preparo e utilização.

Neville, (2016) ressalta que embora os aditivos sejam componentes extras na mistura do concreto ele não representa um custo adicional, já que o seu objetivo é o inclemente de propriedades que vissem outros ganhos que refletem no orçamento da obra. Mesmo que tenham por finalidade a melhoria das propriedades do concreto, eles não são capazes

fortalecer uma mistura mal dosada, componentes de má qualidade ou até mesmo erros devido a mão de obra deficiente.

A NBR 11768:1992 classifica os aditivos para concreto de cimento Portland nos seguintes tipos:

- a) Tipo P - aditivo plastificante;
- b) Tipo R - aditivo retardador;
- c) Tipo A - aditivo acelerador;
- d) Tipo PR - aditivo plastificante retardador;
- e) Tipo PA - aditivo plastificante acelerador;
- f) Tipo IAR - aditivo incorporador de ar;
- g) Tipo SP - aditivo superplastificante;
- h) Tipo SPR - aditivo superplastificante retardador;
- i) Tipo SPA - aditivo superplastificante acelerador

Tendo ciência que o trabalho em questão tem como objeto de estudo dois aditivos sendo um plastificante e outro superplastificante, em seu sub-item 3.2 a norma cita que o aditivo plastificante é um produto que aumenta o índice de consistência do concreto possibilitando uma redução de, no mínimo, 6% da quantidade da água de amassamento. Já no subitem 3.8 a norma cita que o aditivo superplastificante oferecem uma redução de no mínimo 12%, além de manter as mesmas outras características do aditivo plastificante.

4.3 – PROPRIEDADES DO CONCRETO FRESCO

4.3.1 – CONSISTÊNCIA E TRABALHABILIDADE

A consistência do concreto está relacionada com a fluidez da mistura e é fundamental para garantir a trabalhabilidade do concreto e pode ser definida por ensaio de abatimento (Slump Test). Tanto a consistência quanto a trabalhabilidade dependem da composição do concreto, em particular pela quantidade de água, granulometria dos agregados e da presença de aditivos. (AMBROZEWICZ 2015)

O mesmo autor ainda ressalta que a dosagem do concreto deve levar em consideração o tipo de obra, peças dinas e fortemente armadas necessitam de uma mistura mais fluida do que peças de grande largura e com pouca armação.

Segundo Bauer (2000) trabalhabilidade é uma noção subjetiva, definida como o estado que oferece maior ou menor facilidade nas operações de manuseio com as argamassas e concretos frescos.

O concreto é trabalhável à medida que pode ser adensado com facilidade e seja de fácil lançamento, com ausência de segregação sendo estas as propriedades essenciais do concreto. O nível de adensamento é de fundamental importância pois 5% de vazios pode reduzir a resistência do concreto na ordem de 30%, até mesmo 2% de vazios pode resultar em perda de até 10%, estes vazios são na verdade bolhas de ar aprisionado ou espaços deixados depois da retirada do excesso de água. (NEVILLE 1997 apud BENETTI 2007)

4.3.2 – SEGREGAÇÃO E EXSUDAÇÃO

Segregação é a separação dos componentes do concreto fresco, onde os grãos maiores tendem a separar dos menores de modo que sua distribuição não seja mais uniforme. (METHA E MONTEIRO, 1994 apud DURAN E FRACARO)

Exsudação é um fenômeno de segregação resultando um afloramento do excesso de água expulso das porções inferiores, pelo fato da água ser o componente mais leve da mistura. (BAUER 2000).

A tendência da água de amassamento de vir à superfície do concreto recém-lançado pode ser prejudicial a qualidade final, quando a água sob ela carrega consigo partículas finas de cimento formando um concreto poroso e menos resistente. Um cimento de pó mais fino e uma relação água cimento adequada controlam a ocorrência de exsudação. (AMBROZEWICZ 2015)

4.4 – PRODUÇÃO DO CONCRETO

4.4.1 – MISTURA

A mistura é a operação de fabricação do concreto que resulta no agrupamento interno dos agregados, aglomerantes, aditivos, água e algum outro material que possa ser adicionado, tem como finalidade obter uma massa homogênea. (BAUER 2000)

Segundo a NBR 12655:2015 subitem 5.5, os componentes devidamente medidos devem ser misturados até formar uma massa homogênea. Para executar tal operação no local da obra, a norma estabelece no subitem 5.5.1 que deve seguir as especificações do fabricante.

Para mistura feita em centrais ou em caminhão-betoneira a regulamentação é estabelecida pela NBR 7212:2012, que cita no subitem 4.4 que a mistura não pode exceder a capacidade nominal de mistura do equipamento, conforme indicado pelo fabricante, além disso no subitem 4.4.1 a norma ressalta a manutenção dos equipamentos e seus componentes afim de assegurar a eficiência necessária para a mistura.

4.4.2 – TRANSPORTE

Segundo Bauer (2000) a escolha do tipo de transporta da massa de concreto do equipamento de fabricação até o local de aplicação, dependerá do tipo, do local e do volume da obra. O tipo de transporte pode influenciar na trabalhabilidade do concreto no momento de seu lançamento.

Tanto a NBR 14931:2004 que estabelece critérios para o transporte no local da obra quanto a NBR 7212:2012 que estabelece que o transporte de concreto dosado em centrais, especificação que o tal procedimento deve ser realizado em dispositivo que apresente estanqueidade e que suas paredes não apresentem absorção de material, afim de poder garantir que não ocorra perda de qualquer componente.

4.4.3 – LANÇAMENTO

Segundo a NBR 14931:2004 o concreto deve ser lançando e adensado de maneira que todos os seus componentes fiquem envolvidos na massa de concreto. Em hipótese alguma o concreto deve ser lançando após o início de pega.

4.4.4 – ADENSAMENTO

Adensamento é um procedimento que pode ser realizado por meios manuais ou mecânicos e é definido pela moldagem do concreto fresco nas formas. (METHA E MONTEIRO 1994 apud BRANCO E PIERETTI)

A NBR 14931:2004 estabelece que o adensamento deve ser cuidadoso para que não se formem ninhos e que haja segregação dos materiais, o concreto deve preencher todos os recantos das fôrmas.

5- METODOLOGIA E MATERIAIS

5.1 - CLASSIFICAÇÃO DO ESTUDO

A pesquisa é de ordem experimental, quantitativa, uma vez que os resultados foram obtidos através de ensaios laboratoriais com propósito de avaliar o ganho de resistência do concreto convencional já nas primeiras idades, com a incorporação de aditivo plastificante.

5.2 - PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

As atividades práticas desse trabalho foram realizadas no laboratório de engenharia civil da faculdade Evangélica de Goianésia, com a caracterização dos seguintes ensaios: caracterização dos materiais, ensaio de slump, ensaios com corpo de prova de 25 MPa com e sem incorporação de aditivo acelerador de pega e será avaliado suas resistências em 3, 7 e 28 dias.

5.3 – MATERIAIS

Para o experimento foram utilizados os seguintes materiais:

- 1- Cimento Portland – CPII-Z-32-RS da marca Tocantins, ver figura 1.
- 2- Areia de rio lavada – Ø max 0,6mm.
- 3- Brita 0 - Ø max 12,5 mm.
- 4- Água fornecida pela Saneago.
- 5- Aditivos:
 - a. SIKA CONCRETO FORTE, ver figura 2.
 - b. SIKA RM 320, ver figura 3.

FIGURA 1- CIMENTO PORTLAND UTILIZADO



FIGURA 2- SIKA CONCRETO FORTE



FIGURA 3 - SIKA RM 320

Ficha do Produto
Edição 29/3/2016
Sikament® RM 320

Sikament® RM 320

Aditivo plastificante de pega normal

Descrição do Produto	<p>Sikament® RM 320 é um aditivo líquido de pega normal, plastificante com alto poder de redução de água para concreto, com uma ampla faixa de dosagem, permitindo trabalhar diversos tipos de concreto.</p> <p>Possui componentes especiais que permite otimizar os ganhos de resistências tanto nas primeiras idades como nas idades finais.</p> <p>É um aditivo compatível com a maioria dos cimentos, não tendo nenhuma restrição prévia quanto ao tipo do cimento.</p> <p>Atende aos requisitos da norma ABNT NBR 11.768/ 2011 nos tipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ ABNT NBR 11.768/ 2011 tipo PN, DR 0,30 à 0,85%; ■ ABNT NBR 11.768/ 2011 tipo SP-I R, DR 0,90 à 1,60%.
Usos	<p>Pode ser utilizado em qualquer tipo de concreto, porém foi desenvolvido para ser utilizado em centrais de concreto devido as características peculiares que este processo exige e quando o concreto necessita ser ajustado para um mínimo consumo de cimento, pois este aditivo permite altas reduções de água e cimento com o aumento da dosagem.</p>
Características/ Vantagens	<p>Devido ao desenvolvimento específico para otimizar os concretos produzidos em centrais de concreto, dosadoras ou misturadoras, este aditivo promove as seguintes características e vantagens:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Antecipa as resistências iniciais e otimiza as resistências com 28 dias; ■ Rápido efeito dispersante, promovendo rápidas misturas de concreto; ■ Permite grandes reduções da água de amassamento (acima de 10%); ■ Permite a racionalização da produção nas centrais de concreto, fabricando diversos tipos de concreto com apenas um aditivo; ■ Boa manutenção da trabalhabilidade ■ Reduz a retração e a contração; ■ Não contém cloretos intencionalmente agregados.
Dados do Produto	
Forma/ aspecto	Líquido
Cor	Marrom
Embalagem	Tambor de 200 Litros, Container de 1000 l e Granel;
Estocagem	
Condições de estocagem / Validade	12 meses a partir da data de produção se estocado apropriadamente, nas embalagens originais e intactas, em temperaturas entre +5°C e +35°C. Protegido da luz direta do sol e do gelo.
Dados do Técnicos	
Composição básica	Combinação de dispersantes orgânicos em base aquosa.
Densidade	1,17 ± 0,02 kg/ litro
pH	10,0 ± 1,0



5.4 – ENSAIOS

5.4.1 – MOLDAGEM E CURA DE CORPOS-DE-PROVA CILÍNDRICOS

As condições para moldagem, desforma, transporte e cura de corpos-de-prova cilíndricos são fixadas na NRB 5738:2015.

Sobre os moldes a norma estabelece que devam ser feitos de aço ou outro material não absorvente e quimicamente inerte com os componentes do concreto, o material deve ser rígido de forma a não sofrerem deformações durante a moldagem, sua superfície interna deve ser lisa e sem defeitos. Os corpos-de-prova cilíndricos devem ter diâmetro igual a d e altura igual a $2d$.

Para o adensamento da amostra se utiliza uma haste de aço lisa, seção transversal circular e extremidade semiesférica, com 600 mm de comprimento e 16 mm de diâmetro.

O molde deve ser preparado fazendo a vedação de suas juntas com uma mistura de cera virgem e óleo mineral para evitar vazamento, além disso, deve ser untado internamente com uma fina camada de óleo mineral.

O preenchimento do molde realizado com emprego de concha, dividido em camadas, nas quais não podem exceder 100 mm cada quando o adensamento for manual. O concreto foi distribuído uniformemente antes do adensamento de cada.

Após preenchidos e identificados os CPs, eles foram guardados em superfície horizontal rígida e livre de qualquer ação que possa perturbar o concreto. Decorrido 24 horas após a moldagem os CPs foram mergulhados em um tanque com água limpa e parada para manterem sua temperatura e hidratação até o momento de seu rompimento. A figura 4 mostra os corpos de provas submersos no tanque de cura após 24 horas de sua moldagem.

FIGURA 4 - CPS EM PROCESSO DE CURA



5.4.2 – SLUMP TEST

Slump Test é um método que determina a consistência do concreto fresco entre uma remessa e outra através da medida de seu assentamento, aplicável em concretos plásticos que apresentem um adensamento igual ou superior a 10 mm. (NBR NM 67:1998)

A NBR NM 67:1998 determina o tipo e os equipamentos necessários para a realização do ensaio, sendo eles:

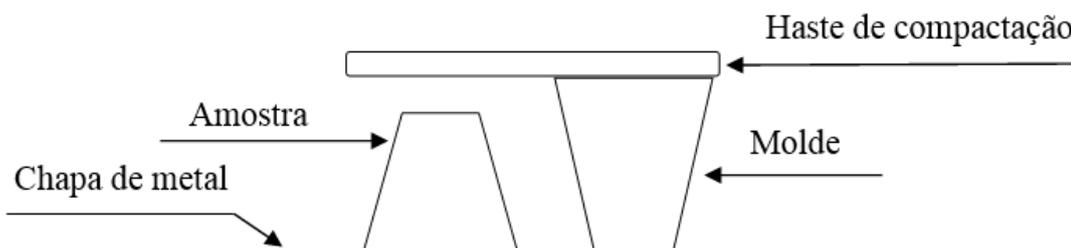
- Um molde em forma de cone, feito de metal, de espessura igual ou superior a 1,5mm, seu interior deve ser liso, podendo ser confeccionado com ou sem costura. Suas bases devem ser abertas, e possuírem diâmetro de 200 mm na base inferior e 100 mm na base superior, sua altura é de 300 mm.
- Uma haste de compactação de seção circular feita de metal, com 16 mm de diâmetro e 600 mm de altura.

Segundo a ABESC (2007) o ensaio é realizado seguindo o roteiro abaixo:

- Colete da amostra.
- Coloque o cone sobre uma placa metálica bem nivelada
- Preencha o cone em 3 camadas iguais aplicando 25 golpes com a haste compactação em cada camada.

- Após a compactação da última camada retire o excesso de concreto e alise a superfície com régua metálica ou com a própria haste de compactação.
 - Retire o cone com cuidado para não comprometer o corpo da amostra, colocando o invertido ao lado da amostra.
 - Coloque a haste sobre o cone invertido e meça a diferença de altura.
- O processo pode ser facilmente verificado na figura 5.

FIGURA 5 - SLUMP TEST



Neville (2016) estabelece uma correlação entre consistência e trabalhabilidade, conforme a tabela 2:

TABELA 2 - CORRELAÇÃO ENTRE CONSISTÊNCIA E TRABALHABILIDADE

Trabalhabilidade	Abatimento (mm)
Abatimento zero	0
Muito baixa	5 - 10
Baixa	15 - 30
Média	35 – 75
Alta	80 – 155
Muito alta	160 ao colapso

Fonte: (Tabela 4.2 pag. 200, NEVILLE 2016)

As dosagens foram nomeadas com as siglas JN, JP, JSP, que significa respectivamente, traço sem aditivo, com aditivo plastificante e com aditivo superplastificante. A tabela 3 demonstra os detalhes de cada dosagem e o slump obtido em cada uma.

TABELA 3 - TRAÇO E SLUMP DE CADA DOSAGEM

CPII-Z SEM ADITIVO					
Dosagem 20 Mpa					Informações
	Kg/m³	Vol.	Fator 1,2	Kg/traço	Traço enviado pelo Eng ^o . Luiz da concreteira REDIMIX, Anápolis-GO
Cimento	387,50	0,014137	0,016965	6,60	
Areia	881,00			14,95	
Brita 0	889,00			15,10	
Água	204,00			3,46	
Aditivo	-			-	
SLUMP	7 mm				
CPII-Z + SIKA CONCRETO FORTE					
Dosagem 20 Mpa					Informações
	Kg/m³	Vol.	Fator 1,2	Kg/traço	Traço enviado pelo Eng ^o . Luiz da concreteira REDIMIX, Anápolis-GO
Cimento	387,50	0,014137	0,016965	6,60	
Areia	881,00			14,95	
Brita 0	889,00			15,10	
Água	204,00			3,46	
Aditivo	1LT/50 kg			110 ml	
SLUMP	19 mm				
CPII-Z + SIKA RM 320 CO					
Dosagem 20 Mpa					Informações
	Kg/m³	Vol.	Fator 1,2	Kg/traço	Traço enviado pelo Eng ^o . Luiz da concreteira REDIMIX, Anápolis-GO
Cimento	310,00	0,014137	0,016965	5,26	
Areia	881,00			14,95	
Brita 0	889,00			15,08	
Água	204,00			3,46	
Aditivo	2,17			40 ml	
SLUMP	11 mm				

As figuras 6, 7, 8 apresentam o slump obtido em cada dosagem.

FIGURA 6 - SLUMP TEST PARA CPS – JN



FIGURA 7 - SLUMP TEST PARA CPS – JP



FIGURA 8 - SLUMP TEST PARA CPS – JSP



5.4.4 – ENSAIO DE COMPRESSÃO

O procedimento para romper os CP deve ser realizado de acordo com a NBR5739:2007 - Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos.

- Primeiramente se faz medida da altura e diâmetro do corpo de prova. O diâmetro se determina pela média de dois diâmetros, medidos, ortogonalmente, na metade da altura do CP, essa medida será utilizada para calcular a área de seção transversal levando em consideração uma exatidão de $\pm 0,1\text{mm}$.
- A tabela 4 determina uma tolerância de tempo permitido para o ensaio de acordo com a idade do CP, contada a partir da hora de moldagem:

TABELA 4 - TOLERÂNCIA PARA ENSAIO SEGUNDO NBR 5739

Idade de ensaio	Tolerância permitida h
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.	

- Certifique se que a base da prensa hidráulica está seca e limpa. Depois posicionar o CP no centro do prato inferior da prensa.
- A escala de força a ser utilizada deve ser adotada de tal forma que, a força de ruptura do CP ocorra no intervalo de tempo em que o equipamento fora calibrado.
- Aplica se o carregamento, de forma contínua e sem choques, sobre o CP, com velocidade de carregamento igual a $0,45 \pm 0,15$ MPa/s. Deve se manter essa velocidade durante todo o ensaio. Pare o carregamento somente quando acontecer à ruptura do corpo de prova.

O aparelho usado é do tipo prensa hidráulica manual e determina força em toneladas força (Tf) que posteriormente convertida em quilonewton (Kn), e achando a força em mega pascal através da formula:

A figura 9 apresenta o posicionamento do corpo de prova no equipamento.

FIGURA 9 - CP POSICIONADO CORRETAMENTE PARA ENSAIO



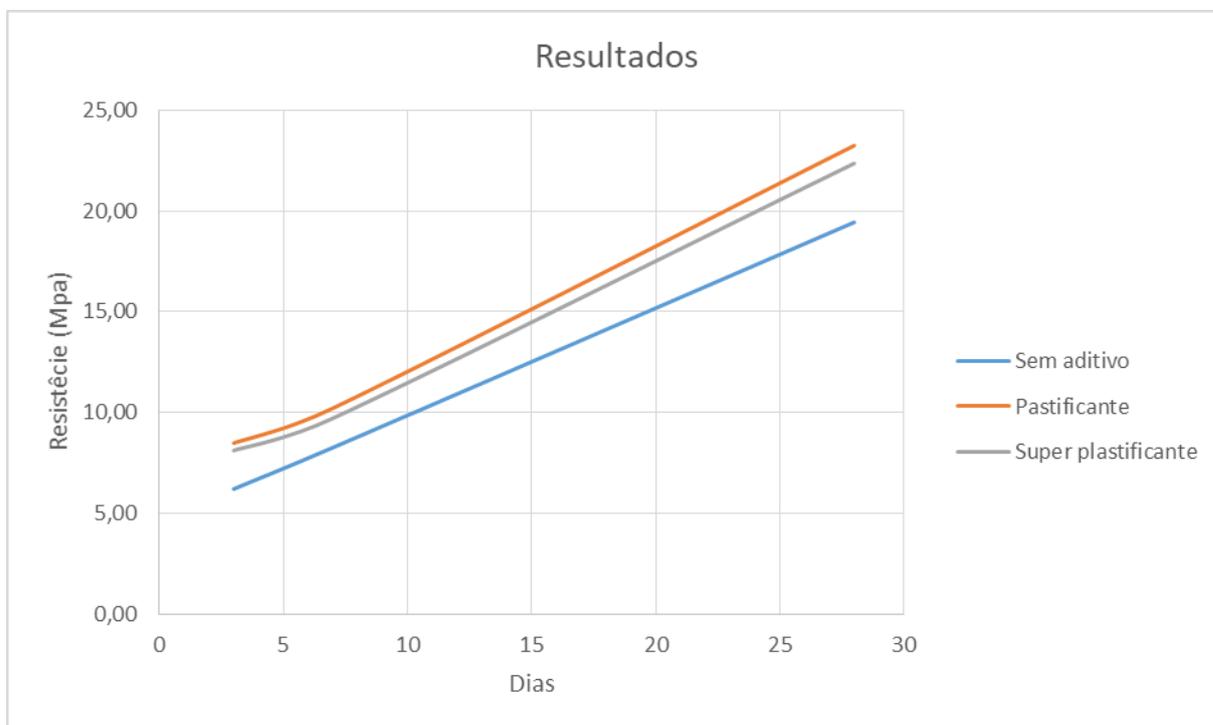
Na tabela 5 é possível acompanhar os resultados obtidos com os ensaios das dosagens sem aditivo, com aditivo plastificante e com aditivo superplastificanet, respectivamente

TABELA 5 - DADOS ENSAIO DE COMPRESSÃO

Ensaio							Cálculo de Resistência	
ID	3 Dias	Hora	7 Dias	Hora	28 Dias	Hora	ID	Fc (Mpa)
JN-01	5,78	16:25	-	-	-	-	JN-01	7,22
JN-02	4,22	16:27	-	-	-	-	JN-02	5,27
JN-03	4,89	16:29	-	-	-	-	JN-03	6,11
JN-04	-	-	5,77	15:04	-	-	JN-04	7,21
JN-05	-	-	6,90	15:09	-	-	JN-05	8,62
JN-06	-	-	7,16	15:14	-	-	JN-06	8,94
JN-07	-	-	-	-	15,86	15:43	JN-07	19,81
JN-08	-	-	-	-	14,62	15:48	JN-08	18,26
JN-09	-	-	-	-	16,19	15:53	JN-09	20,22
Ensaio							Cálculo de Resistência	
ID	3 Dias	Hora	7 Dias	Hora	28 Dias	Hora	ID	Fc (Mpa)
JP-01	6,43	19:24	-	-	-	-	JP-01	8,03
JP-02	7,00	19:29	-	-	-	-	JP-02	8,74
JP-03	6,93	19:34	-	-	-	-	JP-03	8,66
JP-04	-	-	7,90	18:34	-	-	JP-04	9,87
JP-05	-	-	8,39	18:39	-	-	JP-05	10,48
JP-06	-	-	8,23	18:44	-	-	JP-06	10,28
JP-07	-	-	-	-	19,81	18:50	JP-07	24,74
JP-08	-	-	-	-	18,00	18:55	JP-08	22,48
JP-09	-	-	-	-	18,01	19:00	JP-09	22,50
Ensaio							Cálculo de Resistência	
ID	3 Dias	Hora	7 Dias	Hora	28 Dias	Hora	ID	Fc (Mpa)
JSP-01	6,34	17:43	-	-	-	-	JSP-01	7,92
JSP-02	6,35	17:48	-	-	-	-	JSP-02	7,93
JSP-03	6,78	17:53	-	-	-	-	JSP-03	8,47
JSP-04	-	-	7,94	16:06	-	-	JSP-04	9,92
JSP-05	-	-	7,60	16:11	-	-	JSP-05	9,49
JSP-06	-	-	7,78	16:16	-	-	JSP-06	9,72
JSP-07	-	-	-	-	18,66	17:01	JSP-07	23,31
JSP-08	-	-	-	-	17,73	17:06	JSP-08	22,15
JSP-09	-	-	-	-	17,31	17:11	JSP-09	21,62

6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O gráfico a seguir mostra a variação de resistência de cada dosagem (JN, JP, JSP), os resultados obtidos.



Aos três dias de vida as amostras sem aditivo, com aditivo plastificante e com aditivo superplastificante, alcançaram os valores médios de 6,20 Mpa, 8,48 Mpa e 8,11 Mpa respectivamente. Sendo assim, é notório que os aditivos plastificantes proporcionaram um ganho de resistência inicial significativo.

Após sete dias de vida os valores alcançados foram 8,26 Mpa para as amostras sem aditivo, 10,21 Mpa para as com aditivos plastificante e 9,71 Mpa para as amostras com aditivo superplastificante.

Ao final de vinte e oito dias de cura, concluiu-se a tabela com os valores 19,43 Mpa, 23,24 Mpa e 22,36 Mpa.

Após as análises e interpretações dos dados conclui-se, é notório que a incorporação de aditivo plastificante fornece um ganho de resistência nas primeiras idades, já que promove um melhor ajuste entre os grãos. Assim sendo, demonstra ser uma boa alternativa para casos em que se procure melhorar a trabalhabilidade e a resistência inicial da massa de concreto em uma obra.

7 – BIBLIOGRAFIA

_____. **NBR 11581**: Cimento Portland - Determinação dos Tempos de Pega: Método de Ensaio. Rio de Janeiro, 1991.

_____. **NBR NM 67**: Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR NM 65**: Cimento Portland - Determinação do tempo de pega. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR NM 43**: Cimento Portland - Determinação da pasta de consistência normal. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 5738**: Concreto – Procedimentos para moldagem e cura de corpos-de-prova. Rio de Janeiro, 2008.

_____. **NBR 5739**: Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007.

_____. **NBR 5732**: Cimento Portland Comum. Rio de Janeiro, 1991.

_____. **NBR 15900-1**: Água para amassamento do concreto – Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, 2009.

_____. **NBR 12655**: Concreto de cimento Portland — Preparo, controle, recebimento e aceitação — Procedimento. Rio de Janeiro, 2015.

_____. **NBR 7211**: Agregados para Concretos. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 7212**: Execução de concreto dosado em central - Procedimentos. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 11768**: Aditivos para concreto de cimento Portland. Rio de Janeiro, 1992.

ABESC. MANUAL DO CONCRETO DOSADO EM CENTRAL. São Paulo, 2007.

ALVES, José Dafico. **MANUAL DE TECNOLOGIA DO CONCRETO**. 4.ed. Rev. Goiânia: UCG, 2002

Addis, Bill. **EDIFICAÇÃO: 3000 ANOS DE PROJETO, ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

BAUER, Luiz Alfredo Falcão. **MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO**, 5.ed. Rio de Janeiro: ABDR Afiliada, 1994. v.1.

NEVILLE, Adam M. **PROPRIEDADES DO CONCRETO**, 5th edição. Bookman, 2016.

SILVA, Ben-Hur de e. Col. Perito Criminal Federal - **ENGENHARIA CIVIL 1 : PATOLOGIA E DIMENSIONAMENTO DO CONCRETO ARMADO, MATERIAIS**, 1ª Edição.. Saraiva, 2013

ABCP. **GUIA BÁSICO DE UTILIZAÇÃO DO CIMENTO PORTLAND**. 7.ed. São Paulo, 2002. 28p. (BT-106)

BENETTI, Rafael Kirchner. **TRAÇOS DE CONCRETO CONVENCIONAL COM INCORPORAÇÃO DE ADITIVO ACELERADOR DE PEGA: ANÁLISE DA RESISTÊNCIA NAS PRIMEIRAS IDADES**. 2007. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Unijuí, Ijuí.

SCHWAAB, Samoel. **EFEITO DA ADIÇÃO DE ADITIVO PLASTIFICANTE RETARDADOR DE PEGA NAS PROPRIEDADES DE CONCRETOS USINADOS DE CIMENTO PORTLAND USANDO PLANEJAMENTO FATORIAL**. 2015. 161 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Engenharia de Materiais, UDESC, Joinville.

DURAN, Ana Paula; FRACARO, Danielly. **VERIFICAÇÃO DAS PROPRIEDADES BÁSICAS DO CONCRETO INDUSTRIALIZADO FORNECIDO EM EMBALAGENS DE 30 kg**. 2011. 64 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnólogo em Concreto, UTFPR, Curitiba,

BRANCO, Caio PÉricles; PIERETTI, Renato Aparecido. **AValiação DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO CURADO ENTRE -5°C E 0°C Trabalho**. 2012. 41 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Concreto, UTFPR, Curitiba, 2012.