

Análise Comparativa Entre Argamassas de Cimentos Portland Variando o Tipo de Cimento (CPII F 32, CPII F 40 e CPV-ARI).

Isabela Eduarda Pereira Bezerra¹, Danilo Guimarães Almeida²

Resumo

O cimento Portland é considerado um aglomerante do tipo hidráulico que tem a função de agrupar os agregados graúdos e miúdos da mistura. Existem vários tipos de cimentos com propriedades específicas, com isso se faz necessário escolher o mais bem indicado para uso em cada necessidade ou condição. Essa pesquisa tem como objetivo geral analisar e comparar os tipos de cimento: CPII F 32, CPII F 40, e CPV-ARI, de acordo com sua rigidez, deformabilidade, durabilidade e resistência. Para isso foram feitos ensaios laboratoriais de resistência à compressão, absorção capilar e módulo de elasticidade como prescreve a NBR 7215 (ABNT 2019), NBR 9779 (ABNT 2018) e NBR 8522 (ABNT 2018) respectivamente. A argamassa com maior resistência aos 28 dias foi o CPV-ARI, o que mais absorveu água foi o CPII F 32 e o que obteve menor absorção foi o CPII F 40, devido à maior dimensão dos seus capilares. O maior módulo de elasticidade foi do CPV-ARI, observa-se que quanto maior a resistência, maior será o módulo de elasticidade, assim como quanto menor for a finura maior será a resistência. Desta forma, conclui-se que o cimento que mais respondeu positivamente aos ensaios foi o CPV-ARI, enquanto o que CPII F 40 apresentou resultado satisfatório apenas em relação a absorção capilar. Por fim, o CPV-ARI pode ser classificado como o mais resistente, quando se fala de compressão, mais deformável e possui uma durabilidade em relação a absorção capilar intermediária quando comparado aos outros tipos de cimento.

Palavras-chave: Cimento Portland. Capilares do Concreto. Absorção Capilar. Módulo de Elasticidade. Resistência a Compressão.

1. Introdução

A aplicação de cimento na construção civil é bastante antiga, no Egito antigo utilizava-se gesso impuro, já na Grécia e Roma era utilizado calcário calcinado. Com o tempo, eles aprenderam a adicionar fragmentos de areia e de pedra, gerando assim o primeiro concreto do mundo (NEVILLE 2016).

Com a chegada da idade média, a qualidade de uso do cimento obteve uma queda, mas no século XVIII alcançou um avanço nas propriedades desse material. John Smeaton, foi quem descobriu que a melhor argamassa era obtida quando o material pozolânico era conseguido pela mistura da pozolana e calcário com elevado teor de material argiloso e,

¹ eduardaisacivil@gmail.com, Graduanda em Engenharia Civil - Faculdade de Engenharia Civil, Campus Rio Verde Fazenda Fontes do Saber, Caixa Postal 104 Cep: 75901-970 - Rio Verde - Goiás,

² dalmeida@unirv.edu.br. Docente Mestre, Faculdade de Engenharia Civil, Campus Rio Verde Fazenda Fontes do Saber, Caixa Postal 104 Cep: 75901-970 - Rio Verde - Goiás.

com isso, foi reconhecido o papel da argila na fabricação do cimento, que até então era considerada desnecessária (NEVILLE 2016).

O método de fabricação do cimento consiste fundamentalmente na moagem da matéria-prima, que seria a mistura da argila com o calcário, na sua mistura especificada em determinadas medidas e na queima com temperatura próxima a 1450 °C em grandes fornos rotativos, conhecidos como moinho de bolas. Nesses fornos o material sintetizado é parcialmente derretido, onde toma o formato de esferas nomeadas de clínquer, que é passado pelo processo de resfriamento e recebe a adição de gipsita para retardar o início do seu enrijecimento e, após isso, passa pelo processo de moagem até se tornar um pó bem fino e esse material resultante é o cimento Portland (NEVILLE e BROOKS, 2013). O cimento Portland é o material do tipo hidráulico que tem a função de agrupar os outros constituintes da mistura e possui vários tipos para que se possa ter um melhor resultado em determinadas utilizações NBR 16697 (ABNT 2018). As construções modernas, especialmente nos grandes centros, usam em ampla escala o cimento como elemento de ligação, concretagem entre outras, sendo distribuído em várias categorias para que possa ser escolhida a melhor mistura, sempre visando um custo benefício interessante e boa eficiência relacionada a seu tipo se uso (MAURY e BLUMENCHEIN, 2012). O CP foi o primeiro cimento Portland lançado no mercado brasileiro. Atualmente denominado de CP I, este tipo não possui nenhum tipo de adição além do gesso e é o tipo de cimento mais comumente encontrado e foi considerado, na maioria das aplicações usuais, como termo de comparação entre os outros cimentos que foram surgindo com o decorrer do tempo. Foi a partir do grande domínio científico e tecnológico sobre o cimento Portland comum que se puderam desenvolver outras categorias de cimento, com o intuito de atender a casos específicos Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2002). A Tabela 1 mostra a composição química básica não hidratada do cimento Portland.

Tabela 1: Principais Compostos Químicos não hidratados do Cimento Portland

Nome do Composto	Composição em óxidos	Abreviaturas
Silicato Tricálcico	$3\text{CaO}.\text{SiO}_2$	C3S
Silicato Dicálcico	$2\text{CaO}.\text{SiO}_2$	C2S
Aluminato Tricálcico	$3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3$	C3A
Ferroaluminato Tetrálcio	$4\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3.\text{Fe}_2\text{O}_3$	C4AF

Fonte: Adaptado de NEVILLE (2016).

Os tipos de cimento Portland que foram estudados neste artigo têm suas aplicações descritas no Quadro 1.

Quadro 1: Aplicações dos cimentos Portland

Tipos de Cimento Portland	Aplicações
CPII F 32 e CPII F40	Argamassa de revestimento; Assentamento de tijolos e blocos; Argamassa de assentamento de azulejos e ladrilhos; Concreto Simples; Concreto Magro (para passeios e enchimentos); Concreto armado com função estrutural; Concreto Protendido com proteção das barras antes do lançamento do concreto; Concreto protendido com pro tensão das barras apos o endurecimento do concreto; Concreto armado para desforma rápida, curado por aspersão de Agua ou produto químico; Concreto armado para desforma rápida, curado a vapor ou com outro tipo de cura térmica; Elementos pré-moldados de concreto e artefatos de cimento curados por aspersão de Agua; Elementos pré-moldados de concreto e artefatos de cimento para desforma rápida, curados por aspersão de agua; Elementos pré-moldados de concreto e artefatos de cimento para desforma rápida, curados a vapor ou com outro tipo de cura térmica; Pavimento de concreto simples ou armado; Pisos industriais de concreto; Argamassa armada, Solo-Cimento; Concreto-massa; Concreto com agregados reativos.
CPV - ARI	Concreto Armado com função estrutural; Concreto Protendido com proteção das barras antes do lançamento do concreto; Concreto protendido com protensão das barras apos o endurecimento do concreto; Concreto armado para desforma rápida; curado por aspersão de Agua ou produto químico; Concreto armado para desforma rápida, curado a vapor ou com outro tipo de cura térmica; Elementos pré-moldados de concreto e artefatos de cimento curados por aspersão de Agua; Elementos pré-moldados de concreto e artefatos de cimento para desforma rápida, curados por aspersão de agua; Pisos industriais de concreto; Argamassa armada.

Fonte: Adaptada da ABCP (2002).

Quanto maior a dimensão de uma estrutura, maior será o calor de hidratação do cimento, e isso pode gerar fissuras de origem térmica. Essas fissuras podem ser evitadas usando a classe de cimento com baixo calor de hidratação (Classe CPII), os chamados cimentos de baixo calor de hidratação (ABCP, 2002). Esse material vem sendo utilizado em larga escala, e é de grande contribuição para o desenvolvimento do país, mas seu processo de fabricação gera grandes problemas para o meio ambiente e para população local e global e estes impactos estão presentes desde as etapas de britagem do calcário, passando pela queima do clínquer até seu ensacamento final (MAURY e BLUMENCHEIN, 2012).

Pesquisas internacionais mostram que aproximadamente 15% do CO₂ liberado na atmosfera vêm da produção de cimento, entretanto, a demanda por cimento, principalmente nas economias emergentes como o Brasil, pode aumentar nas próximas décadas, fazendo da gestão de carbono uma questão prioritária para o setor, conforme Kihara e Visedo, 2014). Em contrapartida, a tecnologia do cimento vem crescendo bastante, e sua pretensão é torná-lo cada vez mais sustentável, resistente e durável, ligando ainda a possibilidade de expandir o conhecimento técnico acerca do material (VEZARO, BARBISAN e JUNIOR, 2018). A partir de um melhor entendimento sobre propriedades e comportamento dos diferentes tipos de cimento Portland, o mercado está buscando desenvolver tecnologias e maneiras de tornar o cimento Portland menos agressivo ao meio ambiente e, hoje em dia, já se pode encontrar pesquisas substituindo parcialmente o cimento Portland por adições minerais, como cinzas do bagaço da cana, caulim calcinado, cinza da casaca do arroz entre outras adições minerais.

1.1. Objetivos

Objetivo geral: Analisar e comparar os CII F 32, CII F 40 e CPV – ARI, de acordo com sua rigidez, deformabilidade, durabilidade e resistência.

Objetivos específicos: Determinar para cada um dos tipos de argamassa:

- Resistência a Compressão;
- Absorção Capilar;
- Módulo de elasticidade.

2. Material e métodos

Para análise dos tipos de cimento, foram produzidos corpos de prova de argamassa que foram ensaiados para determinação das propriedades apresentada nos objetivos específicos. Para moldagem foram seguidos os procedimentos apresentados pela NBR 7215 (ABNT,2019) e para a produção das argamassas, utilizaram-se os seguintes materiais: cimentos Portland, agregado miúdo natural e água. Os métodos adotados estão presentes na Figura 1.

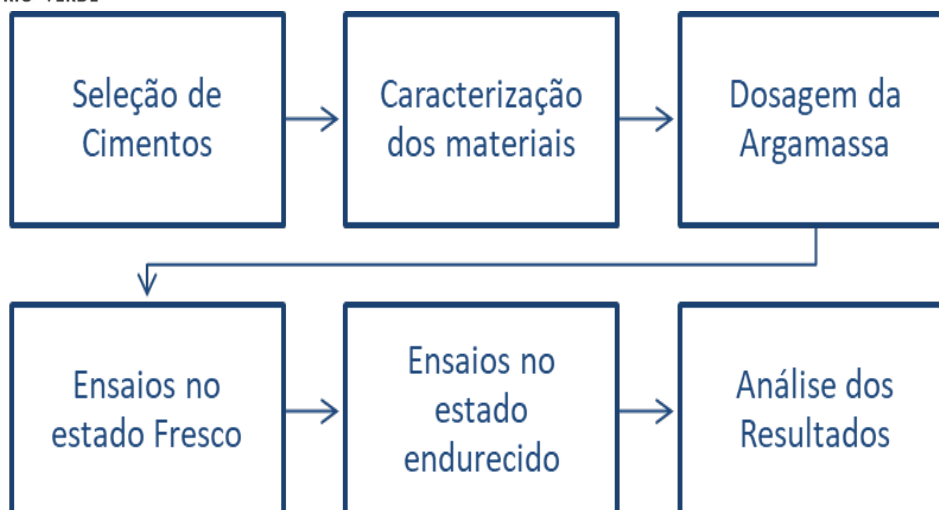


Figura 1 – Fluxograma de Processos

Fonte: Próprio Autor 2019.

2.1. Seleções de Amostras

Nessa etapa, foram selecionadas as categorias de cimentos a serem utilizados na presente pesquisa e, através de pesquisa de campo, onde foi pesquisado nos comércios de materiais para construção qual cimento era comercializado, com isso, foi observado que os cimentos que mais são comercializados na cidade de Rio Verde – GO até a data da presente pesquisa são: CII F 32, CII F 40 e o CPV-ARI, por este motivo foram os 3 (três) cimentos Portland escolhidos para a análise comparativa.

Na Tabela 2 está a composição dos cimentos Portland que foram utilizados na presente pesquisa para melhor compreensão de seus constituintes.

Tabela 2 – Composição dos cimentos utilizados na pesquisa.

Tipo de cimento Portland	Sigla	Composição (% em massa)			
		Clinker + gesso	Escoria granulada de alto-forno (sigla E)	Material pozolânico (sigla Z)	Material carbonático (sigla F)
Composto	CP II F	94-90	-	-	6-10
Alta Resistência Inicial	CP V	100-95	-	-	0-5

Fonte: Adaptada da ABCP (2002).

2.2. Caracterizações dos Materiais

Foram feitas as devidas caracterizações dos materiais utilizados para, com isso, se ter o melhor aproveitamento das propriedades de cada elemento da mistura e para que se possa saber se os materiais são ou não adequados para a pesquisa.

- Cimentos Portland:

A nomenclatura do cimento é definida conforme a Figura 2.

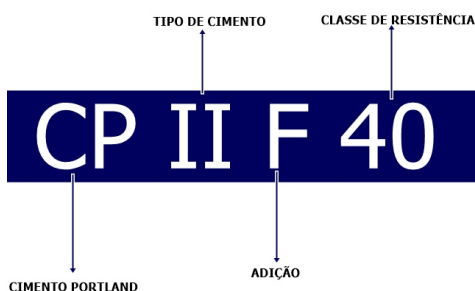


Figura 2 – Nomenclatura dos cimentos

Fonte: Próprio Autor (2019).

Foram utilizados os cimentos Portland CPII F 32 e CPV-ARI, ambos da marca Cauê e o CPII F 40 da marca Goiás, cujos requisitos mínimos estão prescritos na NBR 16697 (ABNT, 2018). Este material foi caracterizado quanto a sua massa específica (ABNT NBR 16605:2017), finura pela peneira #200 (ABNT NBR 11579:2013) e Ph conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Caracterização dos cimentos

	Massa Específica (g/cm ³)	Resíduo na peneira de 200mm (%)	Ph
CPII F 32	3,11	6,5	11
CPII F 40	3,09	9,8	11
CPV-ARI	3,08	5,4	11

Fonte: Próprio Autor 2019

- Agregado Miúdo:

Como agregado miúdo foi utilizado a areia média que respeita o parâmetro de areia normalizada, de acordo com a NBR 7214:2015, onde sua caracterização se encontra na Tabela 4.

Tabela 4 – Granulometria do Agregado Miúdo

Areia média (Normal)								
Abertura das peneiras (mm)	1ª Ensaio			2ª Ensaio			% Acumulada Média	% Pass.
	Massa inicial	500 g		Massa inicial	500 g			
		Massa (g)	% Retida		% Acum.	Massa (g)		
9,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
6,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
4,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
2,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1,18	11,70	2,21	2,21	14,48	2,89	2,89	2,55	97,45
0,60	76,84	14,51	16,72	80,39	16,07	18,96	17,84	82,16
0,30	295,45	55,79	72,52	262,31	52,42	71,38	71,95	28,05
0,15	120,53	22,76	95,28	117,08	23,40	94,78	95,03	4,97
Fundo	25,01	4,72	100,00	26,10	5,22	100,00	100,00	0,00
Total	530	100,00	286,73	500	100,00	288,02	287,37	412,63
Módulo de Finura	1,87		1,88		1,87			
Módulo de Finura Médio (MF)	1,87		Dimensão Máxima Características (DMC)		1,18 mm			
Diferença nas peneiras entre duas determinações < 4%	OK		Diferença das massas inicial e final < 0,3%		OK			

Fonte: Próprio Autor (2019)

Na Figura 3 está representada a curva granulométrica da areia média (normal).

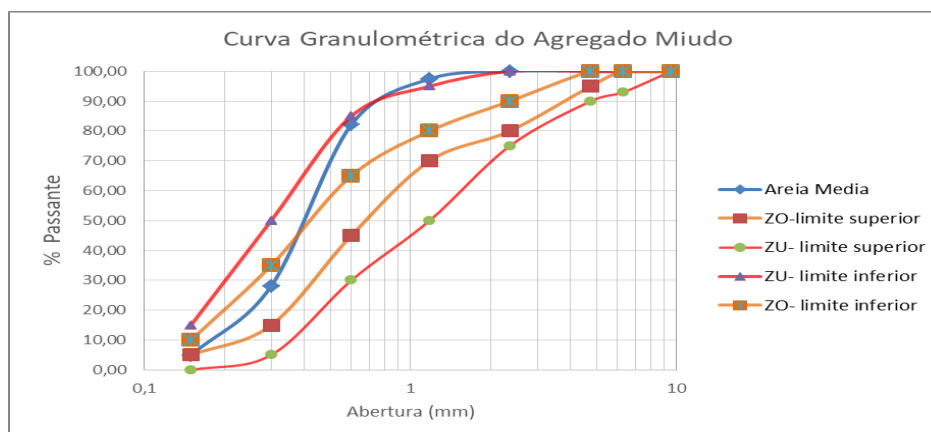


Figura 3 – Curva Granulométrica

Fonte: Próprio Autor (2019)

2.3. Dosagens da Argamassa

A dosagem é o simples processo de escolha dos materiais adequados e a determinação da quantidade ideal de cada material para a mistura, com o objetivo de se ter economia e atender à determinadas propriedades mínimas, principalmente resistência, consistência e durabilidade (NEVILLE, 2016).

Foi realizada em laboratório a dosagem e moldagem de 21 corpos de prova para os ensaios com cimentos. A NBR 7215:2015 prescreve que os corpos de prova sejam feitos de argamassa, utilizando a quantidade de material indicada por ela, com o traço de 1:3. Desta forma foram produzidos 3 traços alternando somente o tipo de cimento utilizado, onde a relação água/cimento foi mantida a mesma para todos os traços. Com isso, foram feitos no total 63 corpos de prova com dimensão de 5x10 cm, utilizando 22 corpos de prova para cada tipo de cimento. Foram feitos 4 corpos de prova a mais para cada traço com o intuito de verificar a resistência aos 45 dias, caso não fosse atingida a resistência prevista pelo fabricante aos 28 dias. O traço e a quantidade de cada material estão apresentados abaixo na Tabela 5. Os materiais utilizados, os moldes dos corpos de prova e os corpos de prova moldados são representados pelas Figuras 4,5 e 6, respectivamente.

Tabela 5 – Dosagem dos Materiais

<i>Traço Unitário - 1:3</i>		
Cimento (kg)	Areia (kg)	Água (kg)
2,184	6,552	1,050

*A Quantidade de material em massa se refere à quantidade para serem feitos 22 corpos de prova 5x10 cm

Fonte: Próprio Autor (2019).



Figura 4 – Materiais Utilizados

Fonte: Próprio Autor (2019)



Figura 5 – Moldes dos corpos de prova

Fonte: Próprio Autor (2019)



Figura 6 – Corpos de Prova moldados

Fonte: Próprio Autor (2019).

2.4. Ensaio no estado fresco

Algumas propriedades da argamassa são dadas em estado fresco e os ensaios realizados para o estado fresco foram: consistência e massa específica da argamassa. O ensaio de consistência foi realizado de acordo com a NBR 7215:2015 onde se prescreve o método para a realização do ensaio. A consistência atingida de cada argamassa está descrita na Tabela 6.

Tabela 6 – Ensaio realizados em estado fresco

<i>Ensaio no estado Fresco</i>		
	Consistência (mm)	Massa especifica
CP2F-32	192,5	2100,72
CP2F-40	197,5	2077,28
CPV-Ari	192,5	2058,55

Fonte: Próprio Autor (2019).

2.5. Ensaio no Estado Endurecido

Foram realizados três ensaios em estado endurecido. São eles: Resistência a compressão, absorção capilar e módulo de elasticidade.

- Resistência à compressão:

O ensaio de resistência à compressão foi feito seguindo a NBR 7215:2015 onde informa como o corpo de prova deve ser moldado e é medida a resistência da argamassa de cimento. Foram escolhidas três idades para fazer o teste de resistência, sendo 3, 7 e 28 dias, com quatro corpos de prova para cada idade e, para cada traço, sendo realizado também um ensaio a compressão aos 45 dias com o intuito de verificar se a resistência estabelecida aos 28 dias foi encontrada ou ultrapassada aos 45 dias. A finalidade da realização desse ensaio, além de comparar um cimento com o outro, é analisar se estão condizentes com o prescrito pelo fabricante. A Figura 7 apresenta o rompimento dos corpos de prova.



Figura 7 – Rompimento dos corpos de prova

Fonte: Próprio Autor (2019)

- Absorção capilar:

Para Neville (2016), o volume de poros na mistura é determinado pela capacidade de absorção, sendo diferente da facilidade que os fluidos têm de penetrar na mistura. Essas duas grandezas não estão diretamente interligadas. Segundo o autor, a capacidade de absorção da mistura não pode ser utilizada como um parâmetro para a qualidade do concreto, entretanto ele também diz que a maioria dos bons concretos tem uma absorção bem menor que 10% da sua massa. Já para Mehta e Monteiro (2014), a absorção é sim uma forma de determinar a qualidade e durabilidade do concreto quando expostos a ambiente que contém agentes agressivos.

A absorção capilar foi realizada de acordo com a NBR 9779:2012 utilizando o mínimo de corpos de prova que a norma prescreve, que são de três corpos de prova para cada traço.

- Módulo de elasticidade:

Um material é definido como elástico quando se é aplicado uma carga e, depois de sua retirada, o mesmo retorna ao seu estado original, sendo essa elasticidade vista pelo chamado módulo de elasticidade, que é um parâmetro para medir a rigidez e a deformabilidade do material e é um dado muito importante para identificar manifestações patológicas nas estruturas (fissuras).

O ensaio de módulo de elasticidade foi realizado baseando-se na norma de concreto NBR 8522:2017 por motivo de equipamento para o ensaio e disponibilidade de laboratório. Os corpos de prova foram colocados no ensaio aos 45 dias de cura e não aos 28 dias como pede a norma. Também foi utilizado o mínimo de corpo de prova que a norma pede que são de três corpos de prova para cada traço.

- Quantidade de corpos de prova por ensaio

Na Tabela 7 está representado a quantidade de corpos de prova utilizado por ensaio

<i>Corpos de prova</i>							
	Resistência a Compressão				Absorção Capilar	Módulo de Elasticidade	Total
	Idades						
	3	7	28	45			
CPII F 32	4	4	4	4	3	3	22
CPII F 40	4	4	4	4	3	3	22
CPV Ari	4	4	4	4	3	3	22
Total							66

3. Resultados

A Tabela 7 apresenta um resumo dos resultados obtidos na pesquisa.

Tabela 7 – Resultados obtidos

<i>Traço</i>	<i>CPII F 32</i>	<i>CPII F 40</i>	<i>CPV-ARI</i>
Relação a/c	0,48	0,48	0,48
Resistência a compressão aos 3 dias (Mpa)	16,31	17,63	32,77
Resistência a compressão aos 7 dias (Mpa)	19,6	20,96	38,75
Resistência a compressão aos 28 dias (Mpa)	26,43	24,95	40,73
Resistência a compressão aos 45 dias (Mpa)	38,17	36,37	49,26

Absorção capilar (g/cm ²)	1,36	0,89	1,14
Módulo de elasticidade (Gpa)	49,53	47,75	50,54

Fonte: Próprio Autor (2019)

- Resistência a compressão

Os resultados obtidos na presente pesquisa foram apresentados e discutidos individualmente, comparando cada tipo de cimento. A Figura 8 mostra a resistência a compressão obtida pelos cimentos com as idades pré-definidas.

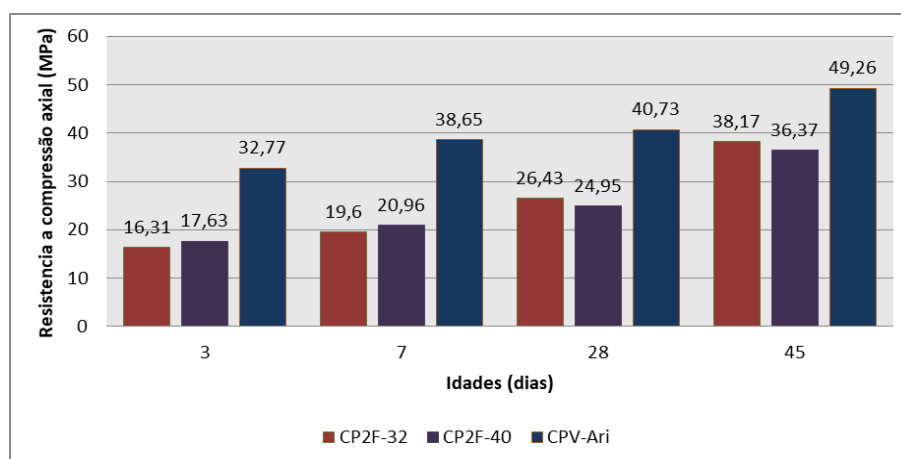


Figura 8: Resultados do ensaio de resistência compressão nas idades pré-definidas

Fonte: Próprio Autor (2019).

Como já era esperado, a argamassa de cimento cimento com maior resistência em todas as idades analisadas foi o CPV-ARI, que por ser um cimento mais fino reage mais rapidamente e, com isso, ganha alta resistência com pouca idade, porém a finura não é o único parâmetro para a resistência adquirida. É possível observar na Figura 8 que o mesmo conseguiu atingir 32,77 Mpa em 3 dias, sendo que os outros dois não atingiram sequer os 20 Mpa com a mesma idade. Aos 7 dias, a resistência dos CII F foram praticamente as mesmas e a do CPV-ARI se manteve a mais alta. Aos 28 dias, a resistência do CII F 40 foi menor que a do CII F 32 sendo que deveria ter ocorrido o contrário, ambos não atingiram as resistências de 40 e 32 Mpa respectivamente, sendo que o fabricante prescreve que aos 28 dias teria que atingir. A resistência prevista aos 28 dias só foi alcançada aos 45 dias pelo CII F 32, já o CII F 40 não atingiu a resistência prevista aos 28 dias e muito menos aos 45. Provavelmente isso pode ter ocorrido devido má qualidade do cimento ou, até mesmo, devido ao tempo de armazenamento do mesmo.

- Absorção Capilar

No Figura 9 estão apresentados os resultados da absorção capilar das argamassas de cimentos.

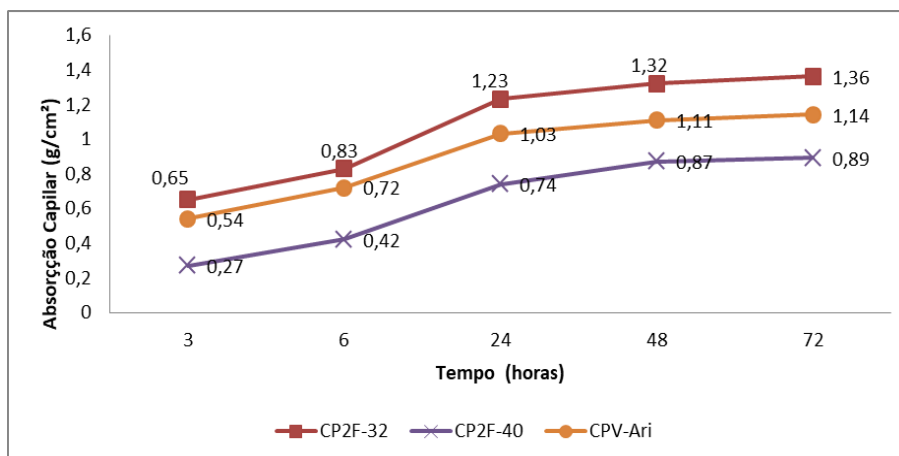


Figura 9: Resultado da absorção capilar

Fonte: Próprio autor (2019)

Ao se analisar a Figura 9 pode-se observar que as argamassas fabricadas com o CII F 32 foi a que obteve maior absorção em todas as horas analisadas, já as argamassas fabricadas com o CII F 40 obteve uma absorção mais baixa entre os 3 tipos de argamassas de cimentos utilizadas, pode-se dizer baseado na literatura que a finura do cimento utilizado influencia no tamanho dos poros capilares formados e influencia também na absorção por esses capilares, sendo assim o cimento que obteve a maior finura foi também o que obteve maior absorção sendo assim duas propriedades inversamente proporcionais.

A Figura 10 apresenta a relação da absorção em porcentagem por massa e, ao analisá-la pode-se observar que o CII F 40 obteve uma menor porcentagem de absorção, mostrando que sua aplicação em misturas pode gerar um concreto ou uma argamassa de boa qualidade e durabilidade. Com isso o CII F 32 também pode ser considerado uma boa opção pra mistura, porém não com tanta eficiência se comparado ao CII F 40.

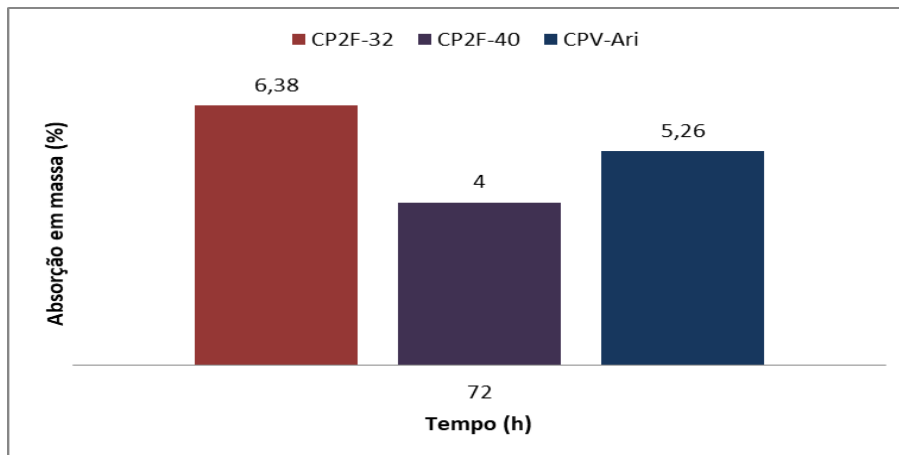


Figura 10: Absorção capilar porcentagem em relação à massa

Fonte: Próprio Autor (2019).

- Relação entre Módulo de elasticidade e Resistência a compressão

Na Figura 11 esta representada a relação entre o módulo de elasticidade e a resistência a compressão, onde pode-se analisar que quanto maior a resistência a compressão, maior o módulo de elasticidade das argamassas de cimento, de acordo com o R^2 que deu próximo de 1 pode-se dizer que essas duas propriedades tem relação, com isso observa-se que quanto mais resistente e mais rígido ele pode ser, pois quanto maior o módulo de elasticidade maior a rigidez do material.

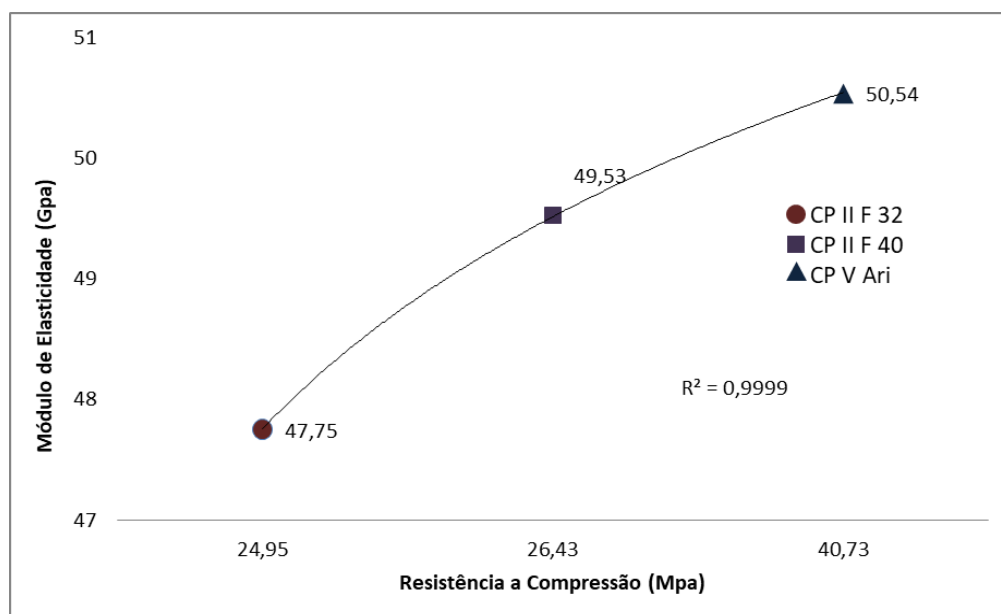


Figura 11 – Resistência a compressão x Módulo de elasticidade

Fonte: Próprio Autor (2019)

- Relação entre Módulo de finura e Resistência a compressão

A Figura 12 mostra a relação entre a finura do cimento utilizado na argamassa com a resistência obtida aos 28 dias, pode-se observar que a finura do cimento influencia na resistência. O cimento CPV-ARI que obteve menor módulo de finura apresentou resistência maior e o CII F 40 que teve um módulo de finura maior, teve uma resistência menor, porém não se pode afirmar que só a finura influenciou na resistência tendo em vista que não foi realizado outros tipos de ensaio e levando em conta a composição de cada cimento utilizado que também irá influenciar na resistência final obtida.

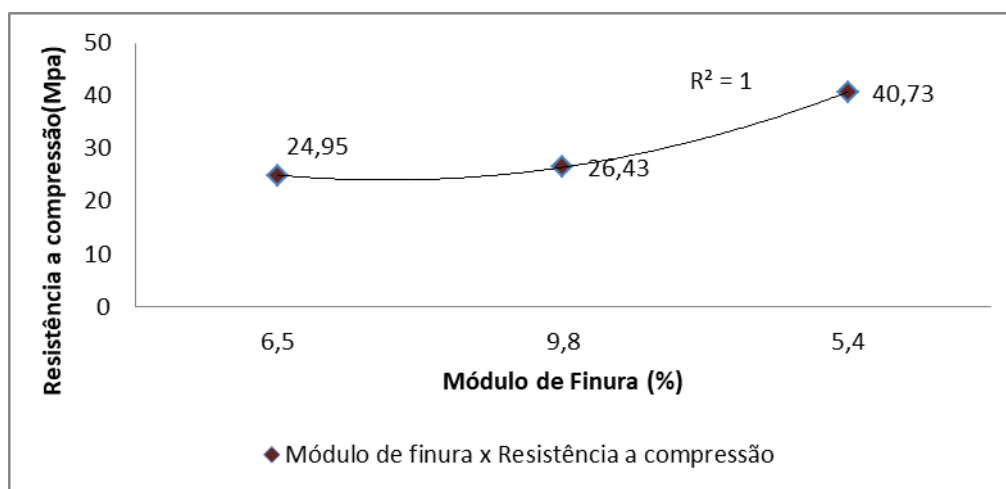


Figura 12 – Módulo de finura x Resistência a compressão

Fonte: Próprio Autor (2019)

4. Conclusão

Com todos os resultados apresentados, pode-se concluir que a argamassa de cimento que mais respondeu positivamente aos ensaios foi o CPV ARI. Com isso, ele pode ser considerado um cimento resistente em termos de compressão, além de ser durável perante ao ensaio de absorção e com difícil penetração de agentes agressivos tendo em vista que não foi realizado outros ensaios de durabilidade além do de absorção sendo que o mesmo é um parâmetro pequeno para se medir durabilidade, e uma argamassa de cimento mais rígida considerando seu valor de módulo de elasticidade.

Já ao se analisar o CII F 40, verifica-se resistência consideravelmente baixa, porém foi o que obteve menor absorção capilar, com um módulo de elasticidade inferior aos outros. No geral ele foi o que menos deu resultados satisfatórios, exceto pelo ensaio de absorção capilar. Portanto, de acordo com os resultados desse artigo, ele pode ser considerado um cimento de baixa qualidade, pois não obedece o que o fabricante informa, que é a

resistencia aos 28 dias de 40 MPa onde nessa idade ele obteve a resistencia de 24,95 MPa, pois com os resultados obtidos a resistencia de 40 MPa não foi atingida sequer aos 45 dias.

O CII F 32, foi o cimento que teve resultados intermediários, com exceção da absorção capilar, onde a absorção foi maior perante as outras argamassas. Dessa forma pode-se considerar que perante aos outros cimentos utilizados nessa pesquisa e os ensaios realizados ele e o cimento com uma resistencia intermediaria, menos duravel conforme o ensaio de absorção obteve tambem um modulo de elasticidade intermediario assim podendo dizer que perante os resultados obetidos nessa pesquisa a rigides das armassas fabricadas com esse cimento e uma rigidez intermediaria quanto aos outros cimentos.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7215: Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2019. 12 p.

_____. **NBR 16697: Cimento Portland - Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018. 12 p.

_____. **NBR 7214: Areia normal para ensaio de cimento - Especificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. 4 p.

_____. **NBR 9779: Argamassa e concreto endurecido**

_____. **NBR 16605: Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da massa específica**. Rio de Janeiro; 2017.

_____. **NBR 8522: Concreto - Determinação dos módulos estáticos de elasticidade e de deformação à compressão**. Rio de Janeiro: ABNT, 2017. 12 p.

_____. **NBR 11579: Cimento Portland — Determinação do índice de finura por meio da peneira 75 µm (nº 200)**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. 4 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND – ABCP. **Guia Básico de utilização do cimento Portland**. 7 ed. São Paulo, 2002. 28p. (Boletim Técnico 106).

KIHARA, Y.; VISEDO, G. **A Indústria do Cimento e o Desenvolvimento do Brasil**. São Paulo, mai. 2014. Disponível em: <<http://www.abcp.org.br/cms/imprensa/a-industria-do-cimento-e-o-desenvolvimento-do-brasil>>. Acesso em: 20 de agosto de 2019.

MAURY, Maria Beatriz; BLUMENSCHNEIN, Raquel Naves. Produção de cimento: Impactos à saúde e ao meio ambiente. **Sustentabilidade em debate**, s/l, v. 3, n. 1, p. 75-95, jan./2012.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **CONCRETO: Microestrutura, Propriedades e Materiais**. 2. ed. [S.l.]: Ibracon, 2014. p. 432-433.

NEVILLE, A. M. **PROPRIEDADES DO CONCRETO**. 5. ed. [S.l.]: bookman, 2016. p. 500-510.

NEVILLE, A.M.; BROOKS, J. J. **TECNOLOGIA DO CONCRETO**. 2. ed. [S.l.]: bookman, 2013. p. 1-472



UNIVERSIDADE
DE RIO VERDE



VEZARO, E.D.A.N; BARBISAN, A. O.; JUNIOR, F. R. D. S. M. **ANÁLISES COMPARATIVAS ENTRE CIMENTOS PORTLAND COMPOSTO (CP- II Z 32) COM ACOMPANHAMENTO POR MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA – MEV.** Revista Tecnológica, UCEFF, v. 7, n. 1, p. 102-122, jan. /2018. Disponível em: <<https://uceff.edu.br/revista/index.php/revista/article/view/255>>. Acesso em: 20 ago. 2019.