



**ANÁLISE DA QUALIDADE DE ALGUNS TIPOS DE CIMENTOS MAIS  
UTILIZADOS NA REGIÃO DE ARAÇATUBA-SP**

**QUALITY ANALYSIS OF SOME TYPES OF CEMENTS MOST USED IN  
ARAÇATUBA-SP**

Aline Botini Tavares Berthequini<sup>1</sup>  
Aline Pedroso Gaiotto<sup>2</sup>  
Letícia Maria Martin<sup>3</sup>

**RESUMO:** O trabalho visa analisar a qualidade de alguns tipos de cimentos mais utilizados na região de Araçatuba-SP, baseando-se na realização dos ensaios em laboratório de determinação da resistência à compressão, de determinação da pasta de consistência normal e determinação dos tempos de pega. Todos os ensaios tiveram como finalidade comparar os resultados obtidos conforme suas respectivas normas, chegando à conclusão de que pode haver problemas nas resistências dos cimentos.

**Palavras-Chave:** Cimentos; Resistência à compressão; Pasta de consistência normal; Tempos de pega.

**ABSTRACT:** The work aims to analyze the quality of some types of cements most used in the region of Araçatuba-SP, based on laboratory tests to determine the compressive strength, to determine the paste of normal consistency and to determine the gripping times. All tests were aimed at comparing the results obtained according to their respective standards, reaching the conclusion that there may be problems in cement strength.

**Key- Words:** Cement; Compressive strength; Normal consistency paste; Times of catch.

<sup>1</sup> Professora do Centro Universitário Toledo Araçatuba - UNITOLEDO

<sup>2</sup> Graduada em Engenharia Civil – Centro Universitário Toledo Araçatuba - UNITOLEDO

<sup>3</sup> Graduada em Engenharia Civil – Centro Universitário Toledo Araçatuba - UNITOLEDO

## 1. INTRODUÇÃO

A busca por construções mais seguras e duráveis, levou o homem a experimentar vários materiais aglomerantes, chamados pelos romanos de caementum, que deu origem à palavra cimento. Em 1756, o engenheiro John Smeaton, atestou que uma mistura calcinada de calcário e argila quando seca era tão resistente quanto às pedras usadas nas construções, quando estava reconstruindo o farol de Eddystone, na Inglaterra. No entanto, quem patenteou a descoberta foi o pedreiro Joseph Aspdin, em 1824, intitulado-o de cimento Portland, em homenagem a uma pedra arenosa (Portlandstone) muito utilizada nas edificações na região de Portland, Inglaterra.

O cimento é um pó fino com propriedades aglomerantes, que em presença da água, endurece, ocasionando um grande potencial de resistência mecânica. Foi a partir desse material que a história da Engenharia Civil se revolucionou, principalmente por ele estar presente em vários tipos de obras (ECYCLE, 2018).

Segundo o Jornal Cruzeiro (2012), o cimento tem se tornado cada vez mais versátil nas construções. O site Portal do Concreto (2018) afirma que, há cerca de dois séculos, o cimento vem evoluindo quando aplicado em argamassas e concretos. No Brasil, ele passou de importado a exportado, graças ao desenvolvimento de produtos e tecnologias presentes na nossa realidade, tornando-o uma das potências mundiais em produção de cimento.

Em consequência disso, este trabalho baseou-se em uma pesquisa na região de Araçatuba, estado de São Paulo, com os principais cimentos utilizados, dentre eles: CPII-Z-32, das marcas A e B, e CPV-ARI, das marcas A e C. Dessa forma, dentre os ensaios para análise de qualidade dos cimentos, que são: ensaio de determinação do índice de finura por meio da peneira 75  $\mu\text{m}$  (n°200), ensaio de determinação de resistência à compressão, ensaio de determinação da pasta de consistência normal, ensaio de determinação dos tempos de pega, foram escolhidos para serem realizados nesse trabalho: ensaio de determinação da resistência à compressão, que pode indicar variações nas dosagens dos componentes presentes nos cimentos, o que é fundamental para vida útil da obra, garantindo segurança aos seus usuários; ensaio de determinação da pasta de consistência normal e ensaio de determinação dos tempos de pega, que indica quando o concreto ou argamassa começa a endurecer (início de pega) até quando enrijece totalmente (fim de pega), garantindo conhecimento quanto ao tempo de aplicação, em obras, onde são necessárias retardar ou acelerar esses tempos.

## **2. OBJETIVO**

Este trabalho tem como objetivo analisar a qualidade dos cimentos utilizados nos ensaios, buscando comprovar as características de cada um, de acordo com as normas.

## **3. METODOLOGIA**

O controle de qualidade dos cimentos em laboratório foi realizado com base nos ensaios de: determinação da resistência à compressão, de acordo com a NBR 7215 (ABNT, 1996) – anexo A, determinação da pasta de consistência normal, de acordo com a NBR 16606 (ABNT, 2017) e determinação dos tempos de pega, de acordo com a NBR 16607 (ABNT, 2017).

### **3.1 ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO**

#### **3.1.1 MATERIAIS, EQUIPAMENTOS E APARELHAGEM**

Na lista a seguir são apresentados os materiais, equipamentos e acessórios necessários para a preparação da argamassa, para o capeamento dos corpos de prova e para executar o rompimento dos CPs, de acordo com a seguinte norma: NBR 7215 (ABNT, 1996) – anexo A.

- Colher para coleta de agregados;
- Recipiente para armazenar agregados;
- Bandeja utilizada para mistura de agregados finos, médios e grossos;
- Béquer para adição de água - Fonte: próprio autor (2018);
- Espátula de lâmina flexível;
- Balança com precisão de 0,1g;
- Recipiente de metal não corrosível para moldar os corpos de prova;
- Soquete não corrosível;
- Régua Metálica biselada, comprimento de 30 cm;
- Placa de vidro quadrada;
- Enxofre para capeamento dos corpos de prova;
- Máquina de ensaio de compressão;

- Misturador mecânico com pá de aço e cuba metálica;
- Óleo mineral natural;
- Pincel para aplicação do óleo mineral nos moldes;

Na tabela 1 são apresentados os materiais e quantidades para o preparo de argamassa para os 6 corpos de prova.

**Tabela 1: Composição x Quantidades de argamassa para os 6 corpos de prova:**

<b>Composição</b>	<b>Quantidades</b>
Fração de areia grossa	468g
Fração de areia média grossa	468g
Fração de areia fina	468g
Fração de areia média grossa	468g
Fração de cimento Portland	624g
Água	300ml

### **3.1.2 PROCEDIMENTOS**

A seguir, são apresentados os procedimentos para realização do ensaio de determinação da resistência à compressão, de acordo com a NBR 7215 (ABNT, 1996).

**1.** Inicialmente foram coletadas e separadas todas as quantidades de materiais necessários para realização do ensaio. Em seguida, na bandeja metálica foi feita a mistura dos agregados finos, médios e grossos, que foi utilizada durante a preparação da argamassa no misturador mecânico.

**2.** Na cuba do misturador mecânico foi despejada toda a quantidade de água e cimento, sendo considerado para a mistura destes materiais, a princípio, o misturador com velocidade baixa, e o tempo inicial de 30 segundos. Sem paralisar a operação de mistura, e após o tempo inicial, foram adicionados à cuba os agregados previamente misturados (item 1), de forma gradual, durante o tempo de 30 segundos. Imediatamente após o término da colocação da areia, o misturador foi colocado em velocidade alta, misturando agora os materiais nesta velocidade, em um novo tempo de 30 segundos. Finalizado o processo anterior, o misturador foi desligado durante 1 minuto e 30 segundos. Nos primeiros 15 segundos foi retirada com a espátula toda a argamassa que ficou aderida às paredes da cuba e à pá, que não foi suficientemente misturada e, portanto, foi novamente colocada no interior da cuba. Em seguida, a argamassa foi tampada com uma flanela limpa e úmida, e no tempo restante, de 1 minuto e 15 segundos, foi deixada em repouso. Após o tempo de

descanso da argamassa, durante o tempo de 1 minuto, a massa foi misturada em velocidade alta, pela última vez, finalizando então, o processo da mistura mecânica.

**3.** Os 6 moldes foram untados internamente, com uma leve camada de óleo mineral. Após o processo de vedação dos CPs, foi realizado o preenchimento dos moldes com a argamassa preparada no misturador mecânico. A massa misturada continha a quantidade necessária para o enchimento de 6 corpos de prova. A colocação da argamassa nos corpos de prova foi realizada com auxílio da espátula, sendo que os CPs foram preenchidos com quatro camadas de alturas aproximadamente iguais, cada camada recebeu 30 golpes de soquete uniformes e homoganeamente distribuídos. O processo foi finalizado com o rasamento do topo dos CPs, com manuseio da régua metálica em movimentos de vaivém, para retirada do excesso de argamassa no topo dos corpos de prova.

**4.** A cura dos corpos de prova foi efetuada em dois períodos de cura: cura inicial ao ar e cura final em água. A cura inicial ao ar ocorre após a moldagem, na qual a parte superior dos corpos de prova (ainda nos moldes) foi devidamente protegida pela placa de vidro quadrada, e os corpos de prova foram deixados isolados sob uma bancada plana, em repouso, durante um tempo de 20 a 24 horas. Devido aos diferentes amassamentos, os corpos de prova foram aleatoriamente agrupados em séries distintas de quatro CPs, sendo cada série referente a uma idade. Finalizado o período inicial de cura, os corpos de prova foram retirados das fôrmas, e identificados. A cura final em água foi realizada, colocando-se os corpos de prova em um recipiente que continha uma mistura de água (não corrente) e cal, garantindo que os CPs ficassem submersos nessa porção e separados entre si dentro do recipiente. O processo de cura final terminou para cada corpo de prova na data em que foi realizado o ensaio de compressão (rompimento dos CPs), ou seja, idade de 1, 3, e 7 dias após a realização da mistura mecânica, no caso do CPV-ARI, e para o CPII-Z-32: 3, 7 e 28 dias após a realização da mistura mecânica.

**5.** Para o capeamento dos corpos de prova, foi preparada uma mistura a quente de enxofre em pó, sob uma temperatura de 136 °C, que se fundiu (devido à alta temperatura), tornando-se uma massa líquida e flexível. Os corpos de prova foram capeados com a mistura de enxofre a quente em ambas as extremidades, não sendo ultrapassada a espessura máxima de 2 mm, em cada uma de suas superfícies.

**6.** A máquina de ensaio foi completamente limpa e regulada para operação de escala adequada para realização do teste com velocidade de carregamento equivalente a 0,50 MPa/s, e assim foi aplicada a força normal de compressão no corpo de prova, sendo

realizado o teste de um CP por vez sendo, contudo, coletados os resultados apresentados pela máquina de teste de compressão.

As figuras 01 a 08 mostram partes dos procedimentos citados acima.



**Figura 01:** Mistura dos agregados finos, médios e grossos – Fonte: próprio autor (2018).



**Figura 02:** Preparo da argamassa – Fonte: próprio autor (2018).



**Figura 03:** Preenchimentos dos moldes com argamassa preparada - Fonte: próprio autor (2018).



**Figura 04:** Camadas recebendo golpes - Fonte: próprio autor (2018).



**Figura 05:** Cura inicial ao ar – Fonte: próprio autor (2018).



**Figura 06:** Cura final em água – Fonte: próprio autor (2018).



**Figura 07:** Capeamento dos corpos de prova – Fonte: próprio autor (2018).



**Figura 08:** Rompimento dos corpos de prova – Fonte: próprio autor (2018).

## 3.2 ENSAIOS DE DETERMINAÇÃO DA PASTA DE CONSISTÊNCIA NORMAL E DETERMINAÇÃO DOS TEMPOS DE PEGA

### 3.2.1 EQUIPAMENTOS E MATERIAIS

A seguir são apresentados os equipamentos, acessórios e materiais utilizados na realização dos ensaios de determinação da pasta de consistência normal e de determinação dos tempos de pega, de acordo com a NBR 16606 (ABNT, 2017) e a NBR 16607 (ABNT, 2017):

- Balança com precisão de 0,1g;
- Misturador mecânico com cuba de aço e pá metálica;
- Espátula metálica com lâmina flexível;
- Régua metálica;
- Aparelho de Vicat;
- Molde tronco-cônico;
- Placa-base;
- Cronômetro;
- 500 g de cimento Portland.
- Quantidade de água destilada obtida por meio de tentativas em relação aos 500 g de cimento.

### **3.2.2 PROCEDIMENTOS**

A seguir são apresentados os procedimentos para realização dos ensaios de determinação da pasta de consistência normal e de determinação dos tempos de pega, de acordo com a NBR 16606 (ABNT, 2017) e a NBR 16607 (ABNT, 2017).

1. Primeiramente, foi preparada a pasta de cimento, colocando-se a água destilada (massa obtida por meio de tentativas) na cuba, com o misturador parado e foram adicionados também os 500 g de cimento, ficando a pasta em repouso durante 30 segundos. Em seguida, misturou-se durante 30 segundos, em velocidade lenta. Depois o misturador foi desligado por 60 segundos, sendo que nos primeiros 30 segundos as paredes internas da cuba foram raspadas com a espátula, para que toda a pasta aderisse ao fundo da cuba. Por último, ligou-se o misturador por 60 segundos na velocidade rápida, depois disso a pasta estava pronta.

2. O molde com a sua base maior apoiada sobre a placa-base, foi preenchido com a pasta e tirou-se o excesso, rasando-se o molde com a régua metálica, que foi colocada sobre a borda da base menor, com movimentos de vaivém para não comprimir a pasta. O conjunto foi colocado sob o aparelho de Vicat, centrando o molde sob a haste, descendo a haste até que o extremo da sonda entrasse em contato com a superfície da

pasta, assim essa posição foi fixada por meio do parafuso. Após 45 segundos da mistura, soltou-se a haste, tomando os devidos cuidados para não ocorrer nenhuma vibração.

3. Verificou-se que a pasta era de consistência normal, quando a sonda se situou a uma distância entre  $(6 \pm 1)$  mm da placa-base após 30 segundos do instante em que foi solta, só assim pôde-se dar continuidade aos ensaios de tempos de pega.

4. Para a determinação do tempo de início de pega: desceu-se a agulha até que ela tocasse a placa-base, fora do molde, ajustando o indicador na marca zero da escala. Após 30 minutos do enchimento do molde, ele foi colocado com a placa-base no aparelho de Vicat e a agulha sobre eles. Desceu-se a agulha até que houvesse contato com a pasta. Aguardou-se por 2 segundos nessa posição, para evitar qualquer ação sobre as partes móveis e para que a agulha partisse do repouso. Soltaram-se as partes móveis, para que a agulha penetrasse verticalmente na pasta, sem choque e velocidade inicial. Foi lida a indicação na escala 30 segundos depois que a agulha foi solta. Anotou-se a leitura na escala e o tempo foi contado a partir do momento em que a água e o cimento entraram em contato (instante zero). Repetiu-se o ensaio de penetração no mesmo corpo de prova, em posições diferentes (separadas), que distavam 10 mm da borda do molde e os intervalos de tempo espaçados, de 10 minutos. Os resultados foram anotados em todas as penetrações e, por interpolação, determinou-se o tempo em que a distância entre a agulha e a placa-base foi de  $(6 \pm 2)$  mm.

5. Para a determinação do tempo de fim de pega: as penetrações foram realizadas na face oposta do corpo de prova (lado de base maior), que estava em contato com a placa-base, ou seja, o molde foi invertido sobre a placa-base. O procedimento de penetração ocorreu como no item 4, alterando apenas o intervalo de tempo de uma penetração para outra, que foi ampliado para 30 minutos. Foi registrado o tempo transcorrido a partir do instante zero (com aproximação de 15 minutos), até que a agulha penetrou apenas 0,5 mm na pasta (tempo de fim de pega), não deixando nenhuma marca no corpo de prova.

As figuras 09 a 20 mostram partes dos procedimentos citados acima.





**Figura 09:** Adição de água destilada (quantidade obtida por meio de tentativas) à cuba – Fonte: próprio autor (2018).



**Figura 10:** Adição de 500 g de cimento à cuba– Fonte: próprio autor (2018).



**Figura 11:** Misturou-se durante 30s em velocidade lenta a água e o cimento – Fonte: próprio autor (2018).



**Figura 12:** As paredes internas da cuba foram raspadas com a espátula para que a pasta aderisse ao fundo, durante 30 s – Fonte: próprio autor (2018).



**Figura 13:** Ligou-se o misturador durante 60 s, em velocidade rápida – Fonte: próprio autor (2018).



**Figura 14:** Pasta de cimento pronta ainda na cuba de aço – Fonte: próprio autor (2018).



**Figura 15:** O molde preenchido foi rasado com a régua metálica – Fonte: próprio autor (2018).



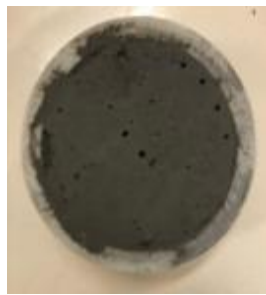
**Figura 16:** Molde preenchido pronto para ser colocado no aparelho de Vicat – Fonte: próprio autor (2018).



**Figura 17:** Ajustou-se o indicador na marca zero da escala, quando a agulha tocou a placa-base, fora do molde – Fonte: próprio autor (2018).



**Figura 18:** Corpo de prova no molde assim que se deu o início de pega, com as penetrações no lado de base menor do molde – Fonte: próprio autor (2018).



**Figura 19:** Corpo de prova no molde assim que se deu o fim de pega, com as penetrações no lado de base maior do molde – Fonte: próprio autor (2018).



**Figura 20:** Corpo de prova fora do molde, após o fim de pega – Fonte: próprio autor (2018).

## 4. RESULTADOS

### 4.1 ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Os resultados do ensaio de determinação da resistência à compressão são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2:** Valores de resistência à compressão dos cimentos Portland

Média de Resistência à Compressão dos CPs (MPa)	Tipos de cimentos Portland			
	CPV-ARI MARCA A	CPV-ARI MARCA C	CPII-Z-32 MARCA A	CPII-Z-32 MARCA B
<b>Cura em dias</b>				
<b>1</b>	22,09	26,12	-	-
<b>3</b>	27,85	31,02	18,78	19,03
<b>7</b>	31,94	28,06	21,00	20,43
<b>28</b>	-	-	25,79	24,57

### 4.2 ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DOS TEMPOS DE PEGA

Os resultados do ensaio de determinação dos tempos de pega são apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3: Valores dos tempos de pega dos cimentos Portland**

<b>Tipos de cimentos Portland</b>	<b>CPV-ARI MARCA A</b>	<b>CPV-ARI MARCA C</b>	<b>CPII-Z-32 MARCA A</b>	<b>CPII-Z-32 MARCA B</b>
<b>Massa de água em relação a 500 gramas de cimento Portland (%)</b>	33	33	32	32
<b>Massa de água em relação a 500 gramas de cimento Portland (ml)</b>	165	165	160	160
<b>Início de Ensaio (hora)</b>	15:04	15:03	12:23	12:00
<b>Início de Pega (hora)</b>	17:04	16:28	16:38	16:05
<b>Duração do ensaio</b>	2:00	1:25	4:15	4:05
<b>Fim de Pega (hora)</b>	18:19	17:43	17:53	17:50
<b>Duração do ensaio</b>	3:15	2:40	5:30	5:50

Para uma melhor precisão do ensaio, foi reduzido o intervalo de tempo entre as penetrações sucessivas pela metade, à medida que se aproximava do final da determinação, observando-se que esses resultados seguidos não variavam muito. Logo, para o tempo de início de pega de 10 minutos, o intervalo passou para 5 minutos e para o tempo de fim de pega, passou de 30 minutos para 15 minutos.

Observação: O ensaio de determinação da pasta de consistência normal foi feito em conjunto com o ensaio de determinação dos tempos de pega e seu resultado é apenas a comprovação que consta no item 3.2.2 – 3.

## **5. ANÁLISES E DISCUSSÕES**

### **5.1 ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO**

O CPII-Z-32 trata-se do cimento Portland composto com pozolana com classe de resistência 32, ou seja, deve atingir 32 MPa, aos 28 dias de cura.

A tabela 4 apresenta os resultados de resistência para o CPII-Z-32, das marcas A e B, comparados aos valores exigidos pela NBR 16697 (2018).

**Tabela 4: resistências obtidas do CPII-Z-32 das marcas A e B, comparados aos valores exigidos pela NBR 16697 (2018)**

CPII-Z-32	MARCA A	MARCA B
Dias	MPa	MPa
3	18,78 $\geq$ 10 (atingiu a resistência)	19,03 $\geq$ 10 (atingiu a resistência)
7	21,00 $\geq$ 20 (atingiu a resistência)	20,43 $\geq$ 20 (atingiu a resistência)
28	25,79 $\leq$ 32 (não atingiu a resistência)	24,57 $\leq$ 32 (não atingiu a resistência)

Ao analisar os resultados da tabela 4, verificou-se que somente os valores da idade de 28 dias não atingiram o limite de resistência, citados na NBR 16697 (ABNT, 2018). Isso pode ter ocorrido devido à presença de menor porcentagem de clínquer (ligante hidráulico muito resistente) na composição dos cimentos e maior porcentagem de outros materiais, como por exemplo, materiais pozolânicos, que são materiais com menor velocidade de hidratação em relação ao clínquer, o que pode ocasionar menor resistência em relação à norma. Em suma, o fabricante pode ter adicionado menor quantidade de clínquer e maior quantidade de outros materiais, buscando um resultado bom com menor custo, ou ainda, pode ter havido falta de controle na formulação desses lotes de cimentos nas fábricas, o que gerou essas resistências baixas. Na tabela 5, pode-se observar como deve ser a composição do CII-Z, para que ele atinja seu limite de resistência corretamente:

**Tabela 5: composição do CII-Z**

CIMENTO PORTLAND (ABNT)	TIPO	Clínquer + Sulfato de Cálcio (%)	Escória de alto-forno (%)	Material pozolânico (%)	Material carbonático (%)
CII - Z	COMPOSTO	71 - 94	0	6 - 14	0 - 15

O CPV-ARI é um tipo de cimento que não possui adições em sua composição (apenas em casos excepcionais por conter de 0% a 10% de material carbonático, que é um tipo de mineral moído e calcinado, que contribui para tornar a mistura mais trabalhável, servindo como um lubrificante entre as partículas dos demais componentes do cimento). Tem como peculiaridade atingir altas resistências já nos primeiros dias de sua aplicação. Em suma, de acordo com a tabela 6 a seguir, seguem os resultados dos ensaios, comparados aos valores fornecidos pela NBR 16697 (ABNT, 2018):

**Tabela 6: resistências obtidas do CPV-ARI das marcas A e C, comparados aos valores exigidos pela NBR 16697 (2018)**

CPV-ARI	MARCA A	MARCA C
Dias	MPa	MPa
1	22,09 $\geq$ 14 (atingiu a resistência)	26,12 $\geq$ 14 (atingiu a resistência)
3	27,85 $\geq$ 24 (atingiu a resistência)	31,02 $\geq$ 24 (atingiu a resistência)
7	31,94 $\leq$ 34 (não atingiu a resistência)	27,54 $\leq$ 34 (não atingiu a resistência)

Os valores iniciais do ensaio de resistência à compressão, observados acima, são relativamente maiores, visto que na fabricação do cimento, há uma dosagem variável de calcário e argila na produção do clínquer, como também uma moagem mais fina do cimento, o que permite que o mesmo adquira elevadas resistências com maior velocidade, ao reagir com a água. Portanto, conforme a tabela 6, é notável que os resultados obtidos aos 7 dias, não atingiram os valores estipulados pela norma, o que ocorreu, devido à variabilidade na fórmula da fabricação dos cimentos (o que na maioria das vezes acontece por causa da variabilidade das dosagens dos componentes presentes na composição do clínquer), como também, devido a uma falha no setor de comprovação da qualidade dos cimentos, uma vez que os lotes analisados neste ensaio não atingiram as resistências mínimas exigidas pela norma na última idade, estando, portanto comprometidos, e ainda assim sendo comercializados. Na tabela 7 a seguir, pode-se observar como deve ser a composição do CPV-ARI, para que ele atinja seu limite de resistência corretamente:

**Tabela 7: composição do CPV-ARI**

CIMENTO PORTLAND (ABNT)	TIPO	Clínquer + Sulfato de Cálcio (%)	Escória de alto-forno (%)	Material pozolânico (%)	Material carbonático (%)
CPV-ARI	ALTA RESISTÊNCIA INICIAL	90- 100	0	0	0 -10

## 5.2 ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DOS TEMPOS DE PEGA

A tabela 8 apresenta os resultados dos tempos de pega do CPII-Z-32, das marcas A e B, e do CPV-ARI, das marcas A e C, comparados aos valores exigidos pela NBR 16697 (2018).

**Tabela 8: resultados dos tempos de pega, comparados aos valores exigidos pela NBR 16697(2018)**

<b>Tipos de cimentos Portland</b>	<b>CPII-Z-32-MARCA A</b>	<b>CPII-Z-32-MARCA B</b>	<b>CPV-ARI-MARCA A</b>	<b>CPV-ARI-MARCA C</b>
<b>Início de Pega (em horas)</b>	4:15 $\geq$ 1:00	4:05 $\geq$ 1:00	2:00 $\geq$ 1:00	1:25 $\geq$ 1:00
<b>Fim de Pega (em horas)</b>	5:30 $\leq$ 10:00	5:50 $\leq$ 10:00	3:15 $\leq$ 10:00	2:40 $\leq$ 10:00

Conforme a tabela acima observou-se que todos os resultados obtidos no ensaio, estão de acordo com a NBR 16697 (ABNT, 2018), no que diz respeito às propriedades de início e fim de pega.

O CPV-ARI é utilizado, geralmente, no preparo de concreto e argamassa, para produção de artefatos de cimento em indústrias de pequeno e médio porte, como fábricas de blocos para alvenaria, blocos para pavimentação, tubos, lajes meio-fio, mourões, postes, elementos arquitetônicos pré-moldados e pré-fabricados, podendo ser empregado até em edificações de maior porte e em todas as aplicações que necessitem de elevada resistência inicial e desforma rápida. Devido a todos esses fatores, os tempos de pega do cimento CPV-ARI, marcas A e C, apresentaram resultados mais acelerados em relação às marcas A e B, do cimento CPII-Z-32, o qual é mais indicado na utilização em obras civis (subterrâneas, marítimas e industriais), empregado também na produção de argamassas e concretos (simples, armado e protendido) mais permeáveis e, portanto, mais duráveis.

## 6. CONCLUSÃO

A análise da qualidade dos cimentos Portland analisados no trabalho apresentado, dependeram de alguns fatores, dentre eles, os ensaios de determinação de resistência à compressão, determinação da pasta de consistência normal e determinação dos tempos de pega. O ensaio de resistência à compressão do cimento CPII-Z-32, das marcas A e B, nas primeiras idades apresentaram resultados que superaram os valores estipulados pela norma, porém, aos 28 dias, não atingiram os 32 MPa impostos pela norma, o que pode ter ocorrido devido à adição de maior quantidade de pozolana na formulação do cimento, retardando a resistência do mesmo. Já o ensaio de resistência à compressão do CPV-ARI, das marcas A e C, nas primeiras idades os resultados foram de acordo com a norma, mas aos 7 dias também não atingiram os 34 MPa exigidos, podendo ter sido ocasionado devido a alguma alteração que houve durante a formulação dos cimentos na composição do clínquer, ou

então falha no setor de controle de qualidade. O ensaio de determinação dos tempos de pega de todos os cimentos já citados foi comprovado, uma vez que os resultados alcançaram os valores estipulados pela norma, constatando que passaram também no teste de pasta de consistência normal.

Concluiu-se que é de suma importância o controle de qualidade dos lotes de cimentos, desde a sua fabricação até sua comercialização para que sejam evitados a longo prazo contratempos ocasionados pela baixa resistência à compressão. Além disso, deve-se ter maior foco nas informações contidas nas embalagens dos cimentos, garantindo que essas sejam claras, trazendo assim conhecimento quanto à influência da temperatura e umidade no processo químico de endurecimento do cimento, bem como outras formas de como manuseá-lo. Portanto, deve-se haver um controle mais rigoroso nas fábricas de cimentos, tendo-se uma atenção por parte dos engenheiros responsáveis pela composição química e ensaios para comprovar a qualidade dos cimentos nos laboratórios dessas empresas, garantindo assim que sua utilização seja benéfica, proporcionando qualidade à obra onde forem empregados.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Cimento Portland. **Cimento – Tipos**. Disponível em: < <https://www.abcp.org.br/cms/basico-sobre-cimento/tipos/a-versatilidade-do-cimento-brasileiro/> > Acesso em 20 ago. 2018.

Associação Brasileira de Normas Técnicas, **NBR 7215**: Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão – Classificação, Rio de Janeiro, 1996.

Associação Brasileira de Normas Técnicas, **NBR 16606**: Cimento Portland – Determinação da pasta de consistência normal – Classificação, Rio de Janeiro, 2017.

Associação Brasileira de Normas Técnicas, **NBR 16607**: Cimento Portland – Determinação dos tempos de pega – Classificação, Rio de Janeiro, 2017.

Associação Brasileira de Normas Técnicas, **NBR 16697**: Cimento Portland – Requisitos – Classificação, Rio de Janeiro, 2018.

Cimento Itambé. **Massa cinzenta – Área Técnica – Artigos técnicos – Origem do cimento**. Disponível em: < <http://www.cimentoitambe.com.br/origem-do-cimento/> >. Acesso em 20 nov. 2018.

Cimento.org. O mundo do conhecimento. **Tipos de cimento**. Disponível em: < <https://cimento.org/tipos-de-cimento-2/> >. Acesso em 20 ago. 2018.

Ecycle. **O que é o cimento**. Disponível em:< <https://www.ecycle.com.br/component/content/article/67-dia-a-dia/5849-o-que-e-o-cimento.html>>. Acesso em 25 mar. 2018.

Jornal Cruzeiro. **Segundo material mais utilizado no mundo está cada vez mais versátil**. 2012. Disponível em: < <https://www.jornalcruzeiro.com.br/materia/410254/segundo-material-mais-utilizado-no-mundo-esta-cada-vez-mais-versatil>>. Acesso em 25 mar. 2018.

**Notas de aula de Materiais de Construção Civil I. Aula 4 – Cimento Portland**. Professor Mozart Mariano Carneiro Neto.

Portal do concreto. **Origem do cimento – Cimento Portland**. Disponível em:< <http://www.portaldoconcreto.com.br/cimento/concreto/caementu.html> >. Acesso em 25 mar. 2018.