

ESTUDO TÉCNICO-FINANCEIRO DE CIMENTOS PORTLAND: UMA AVALIAÇÃO COM DIFERENTES MARCAS DE CIMENTO PORTLAND

ANDRÉ LUIS LOPES GONÇALVES¹, EZEQUIEL CANDIDO DA SILVA², JOSE WILTON VIEIRA DOS SANTOS³, HANNAH LERISSA HYDARADAYA MOURA SANTOS DE FARIAS⁴

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo geral avaliar a resistência à compressão do concreto aos 28 dias e o preço de mercado dos cimentos, tendo em vista a influência que ambos exercem na compra do cimento no município de Mossoró-RN. Como objetivos específicos, trataremos de testar através de ambiente laboratorial e condições similares a determinação da resistência à compressão axial de corpos-de-prova utilizando diferentes marcas de cimento produzidos nas indústrias sediadas nas mesorregiões Jaguaribe (CE) e Oeste Potiguar (RN), avaliando assim a influência que o tipo/marca de cimento tem na caracterização da resistência à compressão. Além disso, foram avaliados quais critérios técnicos e financeiros tais como: resistência à compressão, marca e preço, são levados em consideração na compra dos produtos cimentícios, analisando desta maneira se a venda/compra está baseada em aspectos técnicos, financeiros e ou técnico-financeiros.

PALAVRAS - CHAVES: CIMENTO. CONCRETO. CORPOS DE PROVAS.

TECHNICAL AND FINANCIAL STUDY OF PORTLAND CEMENT: AN EVALUATION WITH DIFFERENT CEMENT BRANDS PORTLAND

ABSTRACT

This research has as main objective to evaluate the compressive strength of concrete at 28 days and the market price of cement in view of the influence that both play in the purchase of cement in the municipality of Mossoró-RN. As specific objectives, we will try to test through laboratory environment and conditions similar to the determination of the resistance to axial compression bodies of the test piece using different cement brands produced in based industries in mesoregions Jaguaribe (CE) and West Potiguar (RN), evaluating thus the influence that the type / brand of cement has to characterize the compressive strength. Furthermore, were evaluated technical and financial criteria such as: compressive strength, brand, price, and others, which are taken into consideration in the purchase of cement products, analyzing this way if the sale / purchase is based on technical, financial and technical or financial.

KEYWORDS: BODIES TESTS. CEMENT. CONCRETE.

¹Engenharia Civil, Universidade Potiguar (UNP/RN); e-mail: andreluislg@hotmail.com

²Engenharia Civil, Universidade Potiguar (UNP/RN); e-mail: issac_ecs@hotmail.com

³Engenharia Civil, Universidade Potiguar (UNP/RN); e-mail: josewiltonvieira15@gmail.com

⁴Professora, Engenharia Civil, UNP/RN; e-mail:hannahfarias@hotmail.com

1 INTRODUÇÃO

O cimento é uma das matérias primas que caracterizam a força econômica de um país. Segundo o presidente do Sindicato Nacional da Indústria do Cimento (SNIC), “o cimento serve como indicador antecedente da atividade da economia, e é usado por diversos organismos públicos, como Banco Central, secretarias de planejamento, bancos de investimento e consultores” [7].

Dada tal importância que o cimento tem para a economia brasileira é necessário que exista uma contínua verificação de sua qualidade, medida através das características técnicas dos cimentos e dos elementos produzidos a partir dele (pastas, argamassas e concretos), devendo estas manter um equilíbrio com o seu valor financeiro, sendo estes dois fatores (técnico/financeiro) marcantes na escolha do produto.

Este trabalho trata de avaliar a resistência à compressão (fator técnico) e o preço (fator financeiro) como fatores utilizados pelos consumidores na compra do cimento no município de Mossoró-RN. Visa-se avaliar, o grau de relevância que as características como a resistência à compressão, a marca, a disponibilidade e outras, têm na aquisição dos produtos, averiguando se os atuais princípios são os mais indicados.

Através da comparação do valor monetário (preço) com o fator técnico (resistência à compressão) do concreto moldado com os cimentos produzidos nas três indústrias localizadas na região, buscou-se relacionar a propriedade de resistência à compressão ao seu valor de mercado na escolha do produto. Para isso foi testada a resistência à compressão axial de corpos-de-prova de concreto, através de ambiente laboratorial e condições similares, dos diferentes tipos de cimento produzidos nas indústrias sediadas nas mesorregiões Jaguaribe (CE) e Oeste Potiguar (RN), que se distanciam em aproximadamente 47 km [10].

Observa-se uma tendência dos consumidores adquirirem materiais de construção civil pelo tomada de preço ou pela marca, minimizando as características técnicas dos produtos que muitas vezes não são nem levadas em consideração. A realização deste trabalho justifica-se pela carência de estudos que contribuam para dissolver tais paradigmas, simultaneamente trazendo melhorias na escolha dos produtos pelos seus consumidores.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cimento

A Associação Brasileira de Cimento Portland descreve o cimento como sendo:

“[...] um pó fino, com propriedades aglomerantes, aglutinantes ou ligantes, que endurece sob a ação de água. Na forma de concreto, torna-se uma pedra artificial, que pode ganhar formas e volumes, de acordo com as necessidades de cada obra. Graças a essas características, o concreto é o segundo material mais consumido pela humanidade, superado apenas pela água”. [1]

No Brasil a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) classifica os cimentos Portland em comum (Tipo 1) e composto (Tipo 2), sendo que este primeiro praticamente não se é mais comercializado no mercado brasileiro. [9]

Na TABELA 1 são apresentados os tipos de cimentos fabricados e distribuídos no Brasil e suas respectivas normas.

Tabela 1: Tipos de cimento Portland fabricados no Brasil [9].

Tipo	Sigla	Classes (Mpa)	Norma
Comum	CP I	25, 32, 40	ABNT NBR 5732:1991
Composto	CP II	25, 32, 40	ABNT NBR 11578:1991
Alto – Forno	CP III	25, 32, 40	ABNT NBR 5735:1991
Pozolânico	CP IV	25, 32	ABNT NBR 5736:1991
Alta Resistência Inicial	CP V - ARI	-	ABNT NBR 5733:1991
Resistente aos Sulfatos	RS	25, 32, 40	ABNT NBR 5737:1992
Baixo Calor de Hidratação	BC	25, 32, 40	ABNT NBR 13116:1994
Branco Estrutural	CPB	25, 32, 40	ABNT NBR 12989:1993

Dada a grande variedade de produtos é importante saber escolher o cimento adequado para cada situação. O consumidor deve entender que existem opções que melhor se aplicam a cada atividade realizada.

“[...] cada tipo de cimento tem uma influência diferente no resultado da argamassa ou do concreto, em propriedades como resistência à compressão, impermeabilidade e resistência aos agentes agressivos. Mas essa influência pode ser modificada com aumento ou diminuição da quantidade de água e de cimento, por exemplo, na produção do concreto ou argamassa” [8].

Uma versão adaptada da tabela apresentada pelo pesquisador do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) Carlos Eduardo Siqueira Tango, no qual ele aponta como deve-se basear a escolha adequada dos cimentos é mostrada no QUADRO 1. Neste quadro são apresentadas algumas características técnicas dos cimentos e a classificação (OTÍMO, BOM, REGULAR e CUIDADO) que os cimentos obtiveram mediante a análise destas propriedades técnicas.

Quadro 1 - Como escolher cimentos (adaptada) [8]

CARACTERÍSTICAS	CP II - Z	CP III	CP IV	CP V	RS
Respaldo em pesquisa tecnológica	REGULAR	BOM	BOM	BOM	BOM
Reserva de resistência após 28 dias	REGULAR	OTÍMO	OTÍMO	REGULAR	REGULAR
Proteção às armaduras	REGULAR	OTÍMO	OTÍMO	OTÍMO	OTÍMO
Capacidade de desforma rápida	REGULAR	CUIDADO	CUIDADO	OTÍMO	CUIDADO
Insolubilidade em água	REGULAR	BOM	OTÍMO	REGULAR	REGULAR
Facilidade de encontrar no mercado	BOM	BOM	BOM	BOM	BOM
Estabilidade dimensional à secagem	CUIDADO	CUIDADO	CUIDADO	REGULAR	REGULAR
Preço	REGULAR	REGULAR	REGULAR	CUIDADO	CUIDADO
Resistência aos 28 dias/consumo de cimento	CUIDADO	BOM	REGULAR	OTÍMO	REGULAR
Resistência a sulfatos	REGULAR	OTÍMO	OTÍMO	REGULAR	OTÍMO
Uso com preocupação estética (cor)	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BOM	REGULAR

Dentre as características do cimento destaca-se a resistência à compressão, que esta diretamente relacionada à capacidade de carga final dos elementos fabricados a partir do cimento. O conhecimento desta propriedade está relacionado com a verificação e o atendimento das conformidades estabelecidas pelos projetos estruturais [12].

“Em concretos, a resistência à compressão é comumente usada como parâmetro de classificação, qualidade e dimensionamento. Isto se deve à possibilidade de correlação dessa propriedade com outras, e à facilidade com a qual mesma é obtida. A resistência mecânica à compressão é determinada por meio de ensaios de compressão uniaxial de corpos-de-prova moldados especialmente para essa finalidade” [6].

2.2 Indústria brasileira de cimento

No cenário mundial, o Brasil se destaca no setor da produção e consumo de cimento. Segundo relatórios do Sindicato Nacional da Indústria do Cimento (SNIC) [11], no ano de 2013 a produção de cimento no país atingiu o patamar de 70,2 milhões de toneladas produzidas no território nacional. Dentre os cimentos fabricados e utilizados nas obras brasileiras destaca-se o CP II, onde sua produção no ano de 2013 representou mais de 55% da produção nacional [11].

Ainda de acordo com o Sindicato Nacional da Indústria do Cimento [11] o estado do Rio Grande do Norte reflete os dados da realidade brasileira. Com um expressivo crescimento de sua cadeia produtiva, é notório o aumento da demanda pelo produto fabricado na região. Dados referentes ao ano de 2004 apontavam uma produção de 334 mil toneladas de cimento produzidas no estado. No final de 2013, uma década depois, os valores mais que quadruplicaram, atingindo valores entorno de 1,544 milhões de toneladas. Estes valores colocaram o estado do Rio Grande do Norte como o quarto maior produtor de cimento na região Nordeste.

No que tange as mesorregiões Jaguaribe (CE) e Oeste Potiguar (RN) tem-se instaladas três fábricas de cimentos (fábricas “A”, “B” e “C”), sendo as fábricas “A” e “B” instaladas no estado do Rio Grande do Norte, e a fábrica “C” instalada no estado do Ceará. Destaca-se que as fábricas “A” e “B” são as mais representativas do estado do Rio Grande do Norte e são, em sua maioria, responsáveis pelo mais de 1,5 milhão de toneladas de cimento produzido no estado [11].

3. MATERIAL E METODOLOGIA

Inicialmente foram visitadas as três indústrias localizadas nas mesorregiões Jaguaribe (CE) e Oeste Potiguar (RN), as quais foram estudadas neste trabalho, a fim de se observar dados de produtividade e características dos cimentos produzidos e comercializados por cada fábrica.

Apresentamos as três fábricas questões para desenvolvimento da pesquisa. As questões tratadas foram as seguintes:

- Quais os cimentos são produzidos pela empresa na região da pesquisa (Jaguaribe e Oeste Potiguar)?
- Qual o preço (reais) e o peso (quilogramas) em que estes produtos são comercializados na cidade de Mossoró?

Além das fábricas, o mercado de materiais de construção do município de Mossoró, representado pelos depósitos de materiais de construção, também foi consultado com o intuito de coletar informações a respeito da comercialização de cimento nesta região. O levantamento de dados se deu por visitas aos depósitos e questionamentos via telefonemas, sendo contatados uma média de trinta estabelecimentos.

Para se alcançar os resultados deste estudo foi empregado o método de pesquisa experimental, com uma moldagem de seis corpos de corpos-de-prova padrão de concreto para cada cimento produzido e comercializado pelas fábricas, sendo submetidos ao teste de resistência à compressão normatizado pela NBR [3].

Os resultados obtidos foram avaliados utilizando-se o *software* ASSISTAT da Universidade Federal de Campina Grande onde se realizou a análise de variância (ANOVA) para um experimento inteiramente casualizado através do teste de *Scott-Knott*.

Optou-se por um ensaio onde a única variável a ser modificada seria o cimento. Para que isso fosse alcançado todo o procedimento experimental foi planejado para que os componentes do concreto fossem igualmente dosados, ocorrendo apenas a mudança do tipo/marca do cimento no traço. A proposta foi minimizar as variáveis que por ventura interferem no ensaio de corpos de prova como a geometria dos corpos de prova, o adensamento do concreto, o fator água-cimento, os agregados e suas propriedades, o acabamento do corpo de prova seja ele por meio de capeamento ou retificação, assim como os fatores ligados aos equipamentos. A sistematização desse procedimento se deve a primordial transparência quanto à realização do ensaio, afim de que as variações entre as amostras se dessem exclusivamente pela diferença entre cimentos.

O ensaio, abrangendo desde o transporte dos cimentos para o laboratório até o adensamento e rasamento do concreto nos moldes, foram realizados em um mesmo dia para todas as marcas e seus respectivos cimentos, ocorrendo no dia posterior a desforma e inserção dos corpos de prova na câmara úmida, permanecendo até o vigésimo oitavo dia de cura onde ocorreu o rompimento conforme NBR [3].

3.1 Procedimentos experimentais

O ensaio de resistência à compressão baseou-se na NBR 5738 [3] e NBR 5739 [4] que norteiam a determinação da resistência à compressão através do rompimento de corpos-de-prova de concreto.

Os moldes utilizados foram cilíndricos de 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura sendo estes os mais empregados nesse tipo de procedimento (TABELA 2). Com a colaboração da empresa PROinTEST que cedeu alguns de seus moldes, podemos dispor de um total de trinta moldes para o ensaio. Todos os moldes foram igualmente distribuídos em cada grupo de traço do mesmo cimento, ficando assim distribuído igualmente:

Tabela 2: Distribuição dos moldes.

FÁBRICA	TRAÇO	MOLDES	
		UNP	PROINTEST
"B"	1º TRAÇO	5 MOLDES	1 MOLDE
"A"	2º TRAÇO	5 MOLDES	1 MOLDE
"C"	3º TRAÇO	5 MOLDES	1 MOLDE
"A"	4º TRAÇO	5 MOLDES	1 MOLDE
"C"	5º TRAÇO	5 MOLDES	1 MOLDE

Antecedendo o dia da produção dos traços, foram realizados ensaios de umidade e determinação da composição granulométrica do agregado miúdo sendo este peneirado e pesado. O agregado graúdo foi lavado para remoção do pó de pedra e igualmente pesado.

O traço adotado foi composto de uma parte de cimento, duas de areia, duas de brita sendo estes medidos em massa conforme estabelece NBR 12.655 [5]. O fator água/cimento adotado baseou-se numa classe de agressividade II, assim obedecendo, uma relação água/cimento estabelecida pela NBR 12.655 como sendo menor ou igual a 0,6 [5].

O traço em massa dos insumos adotado foi como apresentado na TABELA 3.

Tabela 3: Insumos.

TIPO	INSUMO	MASSA
Aglomerante	Cimento Portland	10 kg
Agregado miúdo	Areia lavada (grossa)	20 kg
Agregado graúdo	Brita Granítica nº01	20 kg
Solvente	Água	5 kg

A execução do traço se deu no laboratório de materiais de construção civil da Universidade Potiguar (UnP), campus Mossoró. Utilizou-se uma betoneira estacionária de 147 litros com tambor de rotação de 28 rpm.

Após a separação e pesagem de todos os insumos, iniciou-se o processo de mistura conforme a sequência abaixo:

- Passo 01: Início de funcionamento da betoneira;
- Passo 02: Adição de 5 kg de água (solvente);
- Passo 03: Adição de 20 kg de brita granítica (agregado graúdo);
- Passo 04: Adição de 10 kg de areia lavada (agregado miúdo);
- Passo 05: Adição de 10 kg de cimento Portland (aglomerante);
- Passo 06: Adição de 10 kg de areia lavada (agregado miúdo).

Ao final do passo 06 foi aguardado um tempo de 6 min de mistura para enfim ocorrer à moldagem dos corpos de prova (TABELA 4). Ao final da modelagem dos corpos de prova todo equipamento foi lavado e secado antes do início do próximo traço.

Tabela 4: Ordem da execução dos traços

TRAÇO	FÁBRICA	CIMENTO
1º TRAÇO	“B”	CP IV – 32 RS
2º TRAÇO	“A”	CP II Z – 32 – RS
3º TRAÇO	“C”	CP II Z – 32
4º TRAÇO	“A”	CP V ARI RS
5º TRAÇO	“C”	CP III – 40 RS

A desforma dos corpos-de-prova ocorreu no dia posterior à realização dos traços na mesma ordem que os concretos foram produzidos. Após o procedimento de desforma os corpos de prova foram inseridos na câmara umidade onde permaneceram durante os 28 dias até a ocorrência do ensaio. Adotou-se o vigésimo oitavo dia para o rompimento dos corpos de prova por este ser tido como o dia em que o concreto terá atingido 99% de sua capacidade resistente [13]. A própria NBR 12.655 [5] coloca o vigésimo oitavo dia como sendo o valor a ser adotado como referência para a resistência a compressão média do concreto quando não for indicada a idade.

O rompimento dos corpos-de-prova ocorreu no vigésimo oitavo dia, e também respeitou-se a ordem de preparo dos traços (FIGURA 1). Antes da realização do ensaio, realizou-se o tratamento dos corpos de prova utilizando o processo de

retificação mecânica. Utilizou-se a prensa de compressão da marca Emic e o *software* Tesc versão 3.04 para geração dos dados.



Figura 1. Corpos de prova : (a) antes do ensaio, (b) pós ensaios.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através do levantamento de dados se estabeleceu os tipos de cimentos comercializados pelas três fábricas. Das três fábricas consultadas, somente a fábrica “A” respondeu aos questionamentos. As duas outras empresas optaram por não se pronunciarem. Por meio de pesquisa realizada junto aos depósitos de materiais de construção, os questionamentos foram respondidos assim como a confirmação das informações prestadas pela fábrica “A”.

- FÁBRICA “A” comercializa os cimentos CP II Z – 32 – RS de 50 kg/saco e o CP V ARI RS de 40 kg/saco.

- FÁBRICA “B” comercializa os cimentos CP II Z – 32 – RS e o CP IV – 32 RS de 50 kg/saco.

- FÁBRICA “C” comercializa os cimentos CP II Z – 32 de 50 kg/saco e o CP III – 40 RS de 50 kg/saco.

Um resumo dos resultados da pesquisa realizada estão apresentados na TABELA 5.

Tabela 5: Cimentos produzidos e comercializados nas mesorregiões Jaguaribe (CE) e Oeste Potiguar (RN).

FÁBRICA	TIPO	ADIÇÃO	CLASSE DE RESISTÊNCIA	RESISTÊNCIA À SULFATOS	PES O
"A"	CP II	Z (POZOLANA)	32	RS	50 kg
	CP V ARI	-	-	RS	40 kg
"B"	CP II	Z (POZOLANA)	32	RS	-
	CP IV	Z (POZOLANA)	32	RS	50 kg
"C"	CP II	Z (POZOLANA)	32	-	50 kg
	CP III	E (ESCÓRIA)	40	RS	50 kg

No que tange ao preço dos cimentos, os valores foram obtidos através das informações dos depósitos. Os valores médios estão na TABELA 6.

Tabela 6: Preço médio dos cimentos.

FÁBRICA	CIMENTO	PREÇO MÉDIO
FÁBRICA "A"	CP II Z - 32 RS	R\$ 21,00
	CP V ARI RS	R\$ 19,90
FÁBRICA "B"	CP II - Z - 32 RS	-
	CP IV - 32 RS	R\$ 22,00
FÁBRICA "C"	CP II Z - 32	R\$ 20,20
	CP III - 40 RS	R\$ 20,70

O cimento CP II - Z -32 RS da fábrica "B" foi referido, pois no último relatório do programa setorial de qualidade [2] da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), a fábrica "B" demonstrou trabalhar com este tipo de cimento. Porém, na pesquisa de mercado realizada no período desta pesquisa não se encontrou em nenhum dos depósitos exemplares deste cimento. Por tal falta de conhecimento, não se detalhou devidamente o cimento e, por estas razões, não sendo moldados e ensaiados corpos-de-prova do mesmo.

Após a caracterização dos cimentos, os ensaios laboratoriais foram realizados, tendo como resultado os dados apresentados nas tabelas abaixo.

As TABELA 7-11 apresentam os dados obtidos nos testes de resistência à compressão dos corpos-de-prova dos cimentos. São apresentadas as forças necessárias ao rompimento dos corpos e a tensão máxima obtida através da força aplicada.

Tabela 7: Resultados do 1º TESTE – CP IV – 32 RS (FÁBRICA “B”).

Corpo de Prova	Diâmetro (mm)	Força Máxima (kN)	Tensão Força Máxima (MPa)
CP 1	100	245,1	31,2
CP 2	100	196,7	25
CP 3	100	240,8	30,7
CP 4	100	242,6	30,9
CP 5	100	196,7	25
CP 6	100	226,8	28,9

Tabela 8: Resultados do 2º TESTE - CP II Z – 32 – RS (FÁBRICA “A”).

Corpo de Prova	Diâmetro (mm)	Força Máxima (kN)	Tensão Força Máxima (MPa)
CP 1	100	204,9	26,1
CP 2	100	183,9	23,4
CP 3	100	177	22,5
CP 4	100	199,4	25,4
CP 5	100	185,8	23,7
CP 6	100	164,4	20,9

Tabela 9: Resultados do 3º TESTE - CP II Z – 32 (FÁBRICA “C”).

Corpo de Prova	Diâmetro (mm)	Força Máxima (kN)	Tensão Força Máxima (MPa)
CP 1	100	192	24,4
CP 2	100	173,5	22,1
CP 3	100	146,3	18,6
CP 4	100	234	29,8
CP 5	100	183,9	23,4
CP 6	100	204,1	26,0

Tabela 10: Resultados do 4º TESTE - CP V ARI RS (FÁBRICA “A”).

Corpo de Prova	Diâmetro (mm)	Força Máxima (kN)	Tensão Força Máxima (MPa)
CP 1	100	275,7	35,1
CP 2	100	253,4	32,3
CP 3	100	213,8	27,2
CP 4	100	291,4	37,1
CP 5	100	241,5	30,8

CP 6	100	194,9	24,8
------	-----	-------	------

Tabela 11: Resultados do 5º TESTE - CP III – 40 RS (FÁBRICA “C”).

Corpo de Prova	Diâmetro (mm)	Força Máxima (kN)	Tensão Força Máxima (MPa)
CP 1	100	218,2	27,8
CP 2	100	278,8	35,5
CP 3	100	186,8	23,8
CP 4	100	234,5	29,9
CP 5	100	295	37,6
CP 6	100	219,5	27,9

Através da análise do *software ASSISTAT* da Universidade Federal de Campina Grande, obtivemos os seguintes resultados:

Tabela 12: Médias de tratamento obtidas com o *software ASSISTAT*.

TRAÇO	MÉDIA DAS RESITÊNCIAS (Mpa)	CARACTERIZAÇÃO DOS RESULTADOS
Traço 1	28,61	a
Traço 2	23,66	b
Traço 3	24,05	b
Traço 4	31,21	a
Traço 5	30,41	a

Pelo tratamento utilizado, na TABELA 12 as médias seguintes pela mesma letra (“a” ou “b”), não diferem estatisticamente entre si. Neste caso fora aplicado o teste de *Scott-Knott* com nível de 5% de probabilidade de confiabilidade.

Os resultados obtidos, após serem analisados estatisticamente, demonstram que os cimentos podem ser caracterizados em dois grupos (“a” e “b”).

Os cimentos do grupo “a” são:

- FÁBRICA “B” - TRAÇO 1 - CP IV - 32 RS;
- FÁBRICA “A” - TRAÇO 4 - CP V ARI RS;
- FÁBRICA “C” - TRAÇO 5 - CP III - 40 RS.

Os cimentos do grupo “b” são:

- FÁBRICA “A” - TRAÇO 2 - CP II Z - 32 RS;
- FÁBRICA “C” - TRAÇO 3 - CP II Z - 32.

A interpretação dos resultados indica que os cimentos de um mesmo grupo podem ser considerados iguais na característica analisada (resistência à compressão). Analisando os grupos, evidencia-se que os cimentos que pertencem ao grupo “a” tiveram os melhores resultados em comparação com os cimentos do grupo “b”.

Constata-se que cada fábrica de cimento despontou com um tipo de cimento, isto sendo evidenciado pela formação do grupo “a”. Mediante a avaliação da resistência à compressão, e exclusivamente sobre ela, temos cimentos equivalentes mesmo com classes e marcas diferentes. Contudo, evidencia-se que também existem diferenças qualitativas entre cimentos de mesma marca.

Na FIGURA 2 é apresentado o registro das resistências à compressão dos cimentos pertencentes ao grupo “a”, ou seja, os cimentos que apresentaram melhores resistências à compressão no vigésimo oitavo dia.

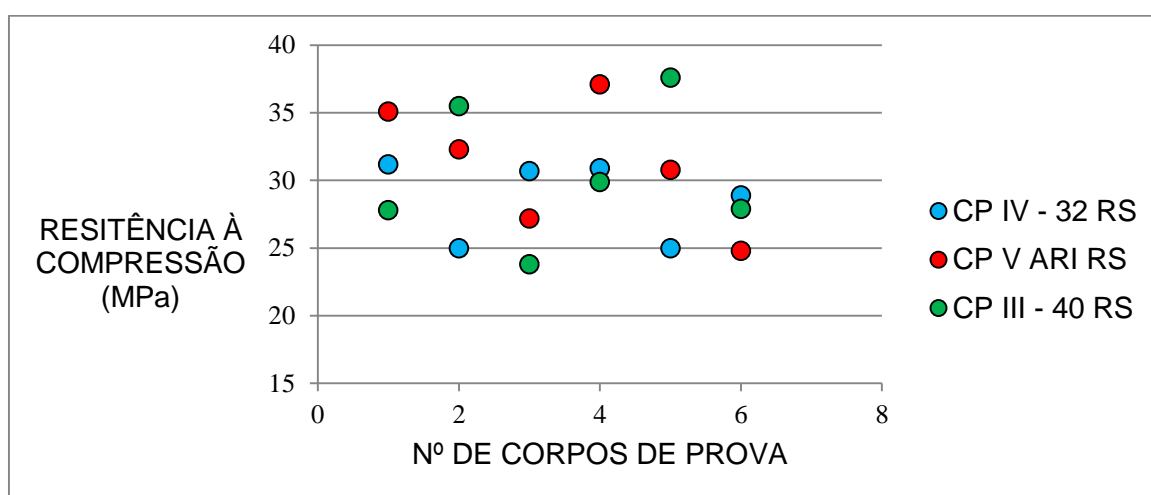


Figura 2: Resistência à compressão dos elementos do grupo “a”.

A diferença dos cimentos é correlativa com seus preços de mercado. Os cimentos do grupo “a”, durante a pesquisa de mercado, tiveram os preços mais elevados em relação aos cimentos do grupo “b”. Mesmo o cimento CP V ARI RS da fábrica “A” que apresentou o menor preço de mercado, tem um preço mais elevado quando se pondera o seu peso (40 kg) com seu preço e o peso dos demais cimentos (50 kg) (FIGURA 3).

Além disso, notou-se que os preços dos cimentos de um mesmo tipo/marca variam de um depósito para outro. Verificam-se, oscilações do menor preço registrado até o maior preço na ordem de 16,66%, 9,09% e 12,86% para os cimentos pertencentes ao grupo “a”, representando as fábricas “A”, “B” e “C”, respectivamente.

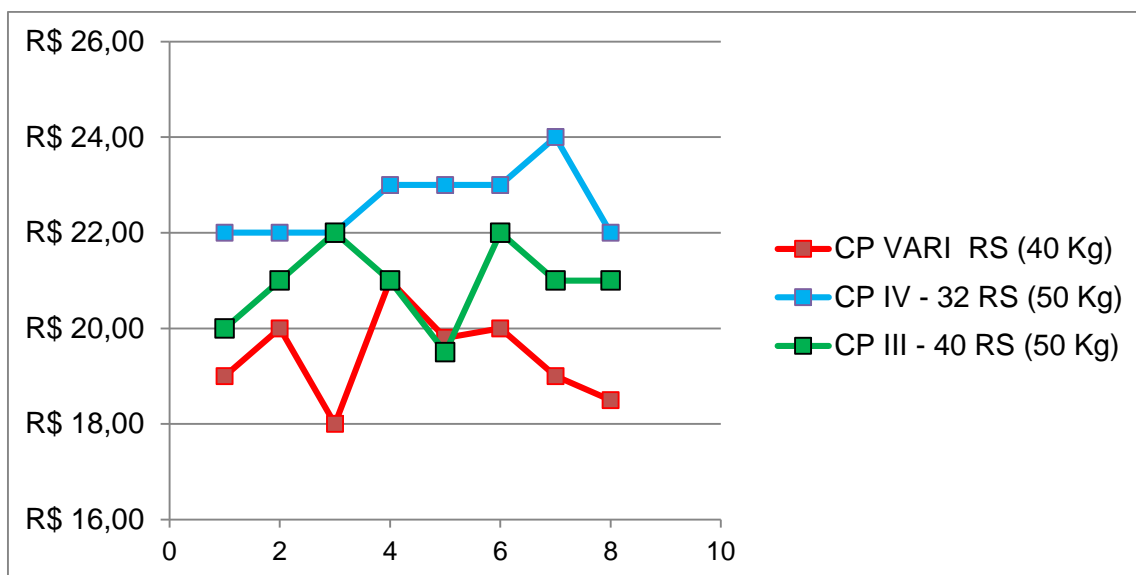


Figura 3: Preço dos cimentos do grupo "a".

Os três cimentos do grupo "a" são equivalentes na resistência à compressão, contudo o preço, que é o fator que mais influencia o consumidor no ato da compra, apresenta diferenças.

O cimento CP VARI RS da fábrica "A" apresentou o menor preço dos cimentos do grupo "a" (FIGURA 3). Assim como todos os cimentos do grupo "a", têm sua resistência à compressão nivelada com os demais do grupo. Nesta situação, sua escolha seria a melhor economicamente viável. Todavia, o detalhe de seu peso, 25% menor que o de seus concorrentes, demonstra que na verdade seu preço está se equiparando ou superando os demais cimentos do grupo "a". Não se avaliou o caso de seu rendimento, mesmo com essa diferença de peso, ser pior, semelhante ou melhor que os demais, visto que para existir uma comparação, durante a produção do concreto, o traço adotado deveria ser revisto seja pela diminuição do cimento ou aumento da massa dos agregados.

O cimento CP IV - 32 RS da fábrica "B" teve o custo mais elevado dentre os cimentos do grupo "a", sendo assim, a escolha baseada no preço a menos economicamente viável. Mesmo assim, entre os cimentos do grupo "a", juntamente com os cimentos da fábrica "A", o mais fácil de ser adquirido no mercado mossoroense. Tendo em vista também, que a fábrica se encontra na própria cidade, a logística para aquisição e reposição do produto é considerada mais imediata que as demais. Além disso, dentro do cenário das qualificações técnicas, este cimento foi o

único, das fábricas abordadas, que apresentou nas suas embalagens o selo de qualidade da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP).

O cimento CP III - 40 RS apresentou o preço intercalado entre os demais cimentos apresentando até a melhor média de preços. Sendo o saco comercializado no peso mais comum (50 kg) e sua resistência equivalente aos demais do grupo “a”, sua proposta como o mais viável é questionada devido à dificuldade de se adquirir o produto no mercado mossoroense. Na época da pesquisa, apenas 25% dos depósitos que distribuíam cimentos da fábrica “C” tinham disponível o produto para aquisição.

Por fim, é importante salientar que os cimentos do grupo “b” tiveram um perceptível rendimento inferior diante da comparação da resistência à compressão com os cimentos do grupo “a”. Tomando como base esta característica técnica, a escolha pelo grupo “b” seria a escolha menos aconselhável visto que seu custo benefício seria inferior aos demais.

5. CONCLUSÕES

Percebe-se ao final deste trabalho que a aquisição de cimentos baseada apenas no seu preço é um equívoco cometido pelos consumidores, sendo importante que os comerciantes e as fábricas de cimentos atuem para acabar com esse paradigma. É preciso apresentar aos consumidores a existência de diferentes tipos e classes de cimento, desmistificando o conceito de que a diferença entre cimentos se encontra apenas na marca e no preço do produto.

A correta compra de cimentos deve-se basear tanto nas características técnicas quanto no valor de mercado. Conforme a avaliação estatística da resistência à compressão, que é uma das mais importantes características técnicas do cimento, demonstrou-se que existem melhores opções quanto à resistência a compressão, diferenciadas pelos cimentos do grupo “a” e do grupo “b”. Os elementos do grupo “a” apresentaram melhores resultados e a escolha por um dos três elementos pertencentes ao grupo deve ser baseada em critérios que variam de consumidor para consumidor (disponibilidade e logística), pois estatisticamente estes elementos apresentam resistências à compressão equivalentes. Em contra partida, os elementos do grupo “b”, que apresentaram preços equivalentes aos elementos do grupo “a” mas que não atingiram o mesmo grau de eficácia devem ser repensados na hora da compra, a fim de se atingir o melhor custo benefício (preço x resistência à compressão).

Entretanto, deixa-se aberto a ideia de que outras características devem ser testadas e levadas em consideração em trabalhos futuros, como: o tempo de pega, a resistência a sulfatos, a trabalhabilidade dos cimentos, a disponibilidade de mercado e outros fatores. A partir do momento que as informações a respeito dos materiais da construção civil forem divulgadas corretamente por quem fabrica e quem revende, esclarecendo as dúvidas e as crenças dos consumidores, assim como, no desenvolvimento de mais estudos que destaquem os fatores técnicos e financeiros, teremos um ganho significativo na escolha, compra e venda de materiais da construção civil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Básico sobre cimento**. 2009. Disponível em: <<http://www.abcp.org.br/conteudo/basico-sobre-cimento/basico/basico-sobre-cimento>>. Acesso em: 08 jun. 2015.
- [2] _____. **Programa Setorial da Qualidade**. São Paulo, 2014. 13 p. Disponível em: <<http://www.cimentonacional.com.br/wp-content/uploads/2014/07/ABCP-PSQ-do-Cimento-2014.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2015.
- [3] _____. NBR 5738: Concreto – **Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**. Rio de Janeiro, 2015. 9 p.
- [4] _____. NBR 5739: Concreto - **Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2007. 9 p.
- [5] _____. NBR 12.655: **Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação** - Procedimento. Rio de Janeiro, 2015. 23 p.
- [6] BEZERRA, A. C. S. **Influência das variáveis de ensaio nos resultados de resistência à compressão de concretos: Uma análise experimental e computacional**. 151f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, 2007.
- [7] CIMENTO ITAMBE. **Fabricação de cimento baliza sinais econômicos**. 2015. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/fabricacao-de-cimento-baliza-sinais-economicos/>>. Acesso em: 08 jun. 2015.
- [8] CLASSES E USOS. **Construção mercado**, São Paulo, n. 28, nov. 2003. Mensal. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/28/cimento-portland-281728-1.aspx>>. Acesso em: 28 set. 2015.
- [9] GIRARDI, R. **Estudo da variabilidade do cimento portland que abasteceu o mercado do Rio Grande do Sul no período de 1992 a 2012**. 167f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2014.

[10] GOOGLE MAPS. Retirado de: <<http://maps.google.com.br/>>. Acesso em: Agosto de 2015.

[11] SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO CIMENTO - **SNIC** . Relatório anual 2013. [S. l.], 2013. 40 p.

[12] **TÉCHNE**. São Paulo, Brasil. Pini, n. 152, 17 nov. 2009, mensal.

[13] WHY do we test concrete compressive strength after 28 days? Disponível em: <<http://theconstructor.org/concrete/why-we-test-concrete-srtrength-after-28-days/6060/>>. Acesso em: 11 set. 2015.