



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

RÔMULO AGUIAR SOUSA

**AVALIAÇÃO DO CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO USINADO
EM PALMAS - TO**

Palmas
2017

RÔMULO AGUIAR SOUSA

**AVALIAÇÃO DO CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO USINADO
EM PALMAS – TO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Coordenação do Curso de Engenharia Civil
do Instituto Federal do Tocantins – *Campus*
Palmas, como exigência à obtenção do grau de
bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Moacyr Salles Neto

Coorientador: Prof. Me. Adriano dos
Guimarães de Carvalho

Palmas

2017

Sousa, Rômulo Aguiar
Avaliação do Controle Tecnológico do Concreto Usinado em
Palmas - TO / Rômulo Aguiar Sousa. – Palmas, 2017
65 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em
Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação do
Tocantins, Campus Palmas, 2017.

Orientador: Prof. Moacyr Salles Neto

1. Concreto usinado 2. Normalização 3. Padronização I.
Avaliação do Controle Tecnológico do Concreto Usinado em
Palmas - TO

RÔMULO AGUIAR SOUSA

**AVALIAÇÃO DO CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO USINADO
EM PALMAS – TO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Coordenação do Curso de Engenharia Civil
do Instituto Federal do Tocantins – *Campus*
Palmas, como exigência à obtenção do grau de
bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA AVALIADORA

Dr. Moacyr Salles Neto
IFTO – *Campus* Palmas

Dr. Gilson Marafiga Pedroso
IFTO – *Campus* Palmas

Dr. Thiago Dias de Araújo e Silva
IFTO – *Campus* Palmas

À minha família: meus pais, minha
irmã, meus sobrinhos, meus avós,
meus tios e tias.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força e inspiração, que me oferece para superar mais uma etapa da minha vida.

Ao meu orientador e ao meu coorientador, pelas orientações, conselhos e dedicação para que esse trabalho pudesse ser elaborado.

Aos demais professores que pude conhecer e que me incentivaram ao longo do curso.

Aos meus amigos e colegas que me ajudaram a concluir o presente trabalho.

À minha família que sempre me apoiou e incentivou para vencer esse desafio. Enfim, a todos que me ajudaram, de alguma forma, para que eu pudesse concluir esse trabalho.

No meio da confusão, encontre a simplicidade. A partir da discórdia, encontre a harmonia. No meio da dificuldade reside a oportunidade.

Albert Einstein

RESUMO

O controle tecnológico do concreto dosado em central, em conformidade com as normas técnicas pertinentes, é imprescindível para que as empresas de Palmas – TO, atuantes nesse mercado, ofereçam um produto de boa qualidade para os seus consumidores. Os requisitos analisados para a produção do concreto usinado, estabelecidos pelas normas técnicas pertinentes, foram os relacionados aos materiais componentes do concreto de cimento Portland, à dosagem desses materiais, à calibração dos equipamentos, ao transporte e mistura do concreto e ao cálculo do desvio-padrão da central dosadora. Foram analisadas cinco empresas de concreto usinado que atuam no mercado de Palmas – TO, por meio de visita às instalações, realizando questionamentos, com auxílio de um *checklist*, aos responsáveis pelas empresas e verificando se tais instalações atendiam a todos os requisitos para a dosagem do concreto. Concluiu-se que nenhuma central dosadora de concreto, em Palmas – TO, atende a todas as condições impostas pelas normas técnicas pertinentes, fato geralmente relacionado à busca de redução de tempo e dos custos na produção.

Palavras-chave: Concreto usinado. Normalização. Padronização.

ABSTRACT

The technological control of the concrete dosed in central, according to the appropriate technical regulations, is indispensable for the companies in Palmas-TO, which operate in that market, to offer a product with a high standard of quality to their customers. The requirements which were analyzed for the production of the machined concrete are established by the convenient technical regulations, such requirements are relative to the materials that compound the concrete of Portland cement, to the dose of those materials, to the calibration of the equipment, to the transportation and the mixing of the concrete and also to the calculation of the standard deviation of the dosing central. Five machined concrete companies that operate in the market in Palmas were analyzed through visits to the plants. During the visits, the people accountable for the plants were questioned with the help of a checklist and it was verified if the facilities cater to all the requirements for the dosing of the concrete. It was concluded that no concrete dosing central in Palmas-TO meet all the conditions proposed by the pertinent technical regulations. That fact is usually related to the seeking of time and cost reduction in the production.

Keywords: Machined concrete. Normalization. Standardization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Areia natural proveniente dos rios.....	16
Figura 2 – Brita.....	19
Figura 3 – Silos	22
Figura 4 – Armazenamento dos aditivos	24
Figura 5 – Pesagem dos agregados	27
Figura 6 – Prensa para o rompimento dos corpos-de-prova	29
Figura 7 – Agregados em contato direto com o solo	32
Figura 8 – Armazenamento inadequado dos agregados.....	32
Figura 9 – Armazenamento adequado dos agregados	32
Figura 10 – Armazenamento do cimento em silos	34
Figura 11 – Armazenamento adequado do aditivo.....	35
Figura 12 – Aditivo sem identificação.....	36
Figura 13 – Armazenamento da adição	37
Figura 14 – Reutilização inadequada da água utilizada nos processos de preparação do concreto.....	38
Figura 15 – Armazenamento inadequado da água utilizada na dosagem.....	38
Figura 16 – Acréscimo inadequado de água ao concreto	39
Figura 17 – Dosador volumétrico do aditivo	41
Figura 18 – Pás do caminhão-betoneira	42

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Atendimento aos requisitos quanto aos agregados	31
Gráfico 2 – Atendimento aos requisitos quanto aos cimentos.....	33
Gráfico 3 – Atendimento aos requisitos quanto aos aditivos	34
Gráfico 4 – Atendimento aos requisitos quanto às adições.....	36
Gráfico 5 – Atendimento aos requisitos quanto à água.....	37
Gráfico 6 – Atendimento aos requisitos quanto à dosagem do concreto	39
Gráfico 7 – Atendimento aos requisitos quanto à calibração dos equipamentos	40
Gráfico 8 – Atendimento aos requisitos quanto à mistura e transporte do concreto .	41
Gráfico 9 – Atendimento aos requisitos quanto ao cálculo do desvio-padrão	42
Gráfico 10 – Atendimento geral a todos os requisitos do concreto dosado em central	43
Gráfico 11 – Volume de concreto vendido em 2016 pelas centrais dosadoras de concreto	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Limites da distribuição granulométrica do agregado miúdo.....	17
Tabela 2 – Limites máximos aceitáveis de substâncias nocivas no agregado miúdo com relação à massa do material.....	17
Tabela 3 – Limites da composição granulométrica do agregado graúdo	19
Tabela 4 – Limites máximos aceitáveis de substâncias nocivas no agregado graúdo com relação à massa do material.....	20
Tabela 5 – Requisitos da água destinada ao amassamento de concreto	25
Tabela 6 – Desvio-padrão do processo.....	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABESC	Associação Brasileira das Empresas de Serviço de Concretagem
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
a.C.	Antes de Cristo
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
d.C.	Depois de Cristo
IBRACON	Instituto Brasileiro de Concreto
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
min.	Minutos
NBR	Norma Brasileira
NM	Norma Mercosul

LISTA DE SÍMBOLOS

S_n	Desvio-padrão da central dosadora de concreto
g	Grama
NaOH	Hidróxido de Sódio
Mpa	Megapascal
μm	Micrômetro
mg/L	Miligrama por litro
mm	Milímetro
pH	Potencial Hidrogeniônico
kg	Quilograma

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
2.	CONCRETO DOSADO EM CENTRAL	15
2.1.	Breve histórico do concreto	15
2.2.	Materiais constituintes do concreto	16
2.2.1.	Agregados	16
2.2.1.1.	Agregado miúdo	16
2.2.1.2.	Agregado Graúdo	18
2.2.2.	Cimento Portland	20
2.2.3.	Aditivos	22
2.2.4.	Adições	24
2.2.5.	Água	24
2.3.	Dosagem do concreto	26
2.4.	Calibração dos equipamentos	27
2.5.	Mistura e transporte do concreto	28
2.6.	Análise do desvio-padrão	29
3.	AVALIAÇÃO DAS CENTRAIS DOSADORAS DE CONCRETO	30
3.1.	Resultados e discussão	30
4.	CONCLUSÕES	45
	REFERÊNCIAS	47
	APÊNDICE A	49
	APÊNDICE B	57

1. INTRODUÇÃO

Um dos materiais mais solicitados atualmente na construção civil no Brasil é o concreto. Por isso, passou-se a preocupar com o seu controle de qualidade, com os custos na sua produção e com a racionalização construtiva na obra. Portanto, o concreto dosado em central é de suma importância para que haja uma redução de custos e prazos e que se mantenha ou aumente a qualidade do concreto (ABESC, 2012).

Na capital do estado do Tocantins, Palmas, há cinco centrais dosadoras de concreto que oferecem o serviço de dosagem e venda do concreto usinado. Nesse sentido, visto que em 2015 foram vendidos aproximadamente 130.000 m³ de concreto usinado, e em 2016 foram vendidos cerca de 90.000 m³, faz-se necessário avaliar o controle tecnológico do concreto usinado oferecido pelas empresas atuantes no mercado na cidade, expondo ao consumidor a real qualidade desse serviço.

O controle do concreto no estado fresco é de suma importância para que possa atingir as características esperadas quando do seu endurecimento, sendo vários os fatores que influenciam na qualidade, como a dosagem, o transporte, o lançamento, o adensamento e a cura do concreto.

Para a escolha de uma central dosadora de concreto deve-se levar em consideração diversos fatores:

- a) Se há responsável técnico e laboratórios para se realizar o controle tecnológico;
- b) A idade, a manutenção e eficiência na mistura dos caminhões betoneira;
- c) A procedência e qualidade dos materiais que compõem o concreto (cimento, agregados, água, aditivos e adições);
- d) O desvio-padrão da produção do concreto empregado pela empresa;
- e) A infraestrutura disponível de máquinas e equipamentos;
- f) O recebimento e estocagem dos componentes do concreto - se estão em conformidade com as normas técnicas;
- g) A dosagem criteriosa do concreto, etc.

Portanto, são diversos os fatores que influenciam na qualidade do concreto usinado. Dessa forma, devem ser levadas em consideração as especificações das normas técnicas pertinentes ao concreto usinado, publicadas pela Associação

Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, para que se faça cumprir todos os requisitos e assim atinja os padrões de qualidade esperados.

Nas centrais dosadoras de concreto, deve haver um controle tecnológico no recebimento e armazenamento dos agregados, da água, do cimento, dos aditivos e das adições, assim como na dosagem do concreto, nos certificados de calibração dos equipamentos, na mistura e transporte do concreto e no cálculo do desvio-padrão, para que apresente um nível de qualidade que esteja em conformidade com o que é estabelecido nas normas técnicas pertinentes (ABNT NBR 7212, 2012).

2. CONCRETO DOSADO EM CENTRAL

O concreto usinado é o concreto dosado, misturado em veículo que contenha agitador mecânico ou em equipamento estacionário, transportado por veículo que contenha ou não agitador mecânico, para a entrega antes do início do tempo de pega, em local e tempo definidos, para posteriormente realizar as etapas de lançamento, adensamento e cura do concreto, para que possa atingir as propriedades esperadas no estado endurecido (ABNT NBR 7212, 2012).

2.1. Breve histórico do concreto

Conforme a ABNT NBR 12655 (2015, p. 3) o concreto de cimento Portland é:

Material formado pela mistura homogênea de cimento, agregados miúdo e graúdo e água, com ou sem a incorporação de componentes minoritários (aditivos químicos, pigmentos, metacaulim, sílica ativa e outros materiais pozolânicos), que desenvolve suas propriedades pelo endurecimento da pasta de cimento (cimento e água).

O concreto teve um desenvolvimento notável durante o Império Romano (27 a.C. – 476 d.C.), em que utilizavam o Opus Caementicium – apresentava cinza pozolânica como principal componente – misturado com a cal, formando um material semelhante ao cimento atual. Os romanos usaram esse aglomerante na construção de pontes, estradas e drenos pluviais (CARVALHO, 2008).

Já no século XVIII, engenheiros como John Smeaton, James Parker e Louis Vicat promoveram o desenvolvimento de outros aglomerantes, por consequência propiciando o desenvolvimento do concreto. Já no século XIX, foi criado, por Joseph Aspdin, o cimento Portland o qual se difundiu rapidamente devido a sua superioridade comparado aos demais aglomerantes. No fim do século XIX, o concreto passou a ser

mais aceito pelo mercado consumidor e pelos técnicos em detrimento do aço e da alvenaria (CARVALHO, 2008).

No Brasil, o concreto se desenvolveu a partir do século XX e se mantém, atualmente, entre os materiais mais utilizados na construção civil, e as centrais dosadoras de concreto têm sido cada vez mais solicitadas para atender a demanda do mercado consumidor, o qual busca aumentar a produtividade e a qualidade da obra (ABESC, 2012).

2.2. Materiais constituintes do concreto

2.2.1. Agregados

Os agregados se caracterizam por serem particulados, sem coesão, geralmente inertes, apresentando-se pela mistura de partículas de vários tamanhos, com propriedades adequadas para a produção de concreto ou argamassa (ABNT NBR 12655, 2015).

Os agregados ocupam de 60 a 80% do volume do concreto e influenciam em diversos fatores como resistência, estabilidade dimensional, durabilidade, custo e trabalhabilidade das misturas do concreto (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

2.2.1.1. Agregado miúdo

O agregado miúdo é constituído por grãos que passam na peneira de malha 4,75 mm e ficam retidos na peneira de malha 75 μ m.

Geralmente, os agregados miúdos são provenientes de jazidas naturais, e compreendem a areia natural proveniente dos rios, conforme a figura 1, e a areia artificial proveniente das instalações de britagem (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

Figura 1 – Areia natural proveniente dos rios



Fonte: Elaborada pelo autor.

O agregado miúdo deve ser fornecido em lotes devendo apresentar o nome do produtor, proveniência do material, classificação granulométrica, massa do material ou seu volume aparente e a data do fornecimento (ABNT NBR 7211, 2009).

O agregado miúdo deve atender aos requisitos de granulometria e substâncias nocivas (ABNT NBR 7211, 2009).

A distribuição granulométrica, determinada conforme a ABNT NBR NM 248:2003, deve atender os limites estabelecidos na tabela 1 (ABNT NBR 7211, 2009).

Tabela 1 – Limites da distribuição granulométrica do agregado miúdo

Peneira com abertura de malha (ABNT NBR NM ISO 3310-1)	Porcentagem, em massa, retida acumulada			
	Limites inferiores		Limites superiores	
	Zona utilizável	Zona ótima	Zona ótima	Zona utilizável
9,5 mm	0	0	0	0
6,3 mm	0	0	0	7
4,75 mm	0	0	5	10
2,36 mm	0	10	20	25
1,18 mm	5	20	30	50
600 µm	15	35	55	70
300 µm	50	65	85	95
150 µm	85	90	95	100
NOTA 1 O módulo de finura da zona ótima varia de 2,20 a 2,90. NOTA 2 O módulo de finura da zona utilizável inferior varia de 1,55 a 2,20. NOTA 3 O módulo de finura da zona utilizável superior varia de 2,90 a 3,50.				

Fonte: ABNT NBR 7211:2009.

Quanto a presença de substâncias nocivas, o agregado miúdo deve passar por ensaios cujos resultados devem atender aos requisitos estabelecidos em norma, conforme a tabela 2 (ABNT NBR 7211, 2009).

Tabela 2 – Limites máximos aceitáveis de substâncias nocivas no agregado miúdo com relação à massa do material

(Continua)

Determinação	Método de ensaio		Quantidade máxima relativa à massa do agregado miúdo %
Torrões de argila e materiais friáveis	ABNT NBR 7218		3,0
Materiais carbonosos ^a	ASTM C 123	Concreto aparente Concreto não aparente	0,5 1,0

Tabela 2 – Limites máximos aceitáveis de substâncias nocivas no agregado miúdo com relação à massa do material

(Conclusão)

Determinação	Método de ensaio		Quantidade máxima relativa à massa do agregado miúdo %
Material fino que passa através da peneira 75 µm por lavagem (material pulverulento)	ABNT NBR NM 46	Concreto submetido a desgaste superficial	3,0
		Concretos protegidos do desgaste superficial	5,0
Impurezas orgânicas ^b	ABNT NBR NM 49		A solução obtida no ensaio deve ser mais clara do que a solução-padrão
	ABNT NBR 7221	Diferença máxima aceitável entre os resultados de resistência à compressão comparativos	10,0
^a Quando não for detectada a presença de materiais carbonosos durante a apreciação petrográfica, pode-se prescindir do ensaio de quantificação dos materiais carbonosos (ASTM C 123). ^b Quando a coloração da solução obtida no ensaio for mais escura do que a solução-padrão, a utilização do agregado miúdo deve ser estabelecida pelo ensaio previsto na ABNT NBR 7221.			

Fonte: ABNT NBR 7211:2009.

Portanto, o agregado miúdo deve ser verificado quanto a quantidade de torrões de argila e materiais friáveis, materiais carbonosos caso haja a presença desses, material pulverulento e impurezas orgânicas. O ensaio de umidade superficial segundo a ABNT NBR 9775:2011 também deve ser realizado, pois a água superficial contida no agregado miúdo deve ser levada em consideração no volume da água de amassamento do concreto na dosagem (ABNT NBR 7211, 2009).

Para o armazenamento dos agregados miúdo e gráudo, a ABNT NBR 12655 (2015, p. 14) assim estabelece:

Os agregados devem ser armazenados separadamente em função da sua graduação granulométrica, de acordo com as classificações indicadas na ABNT NBR 7211. Não pode haver contato físico direto entre as diferentes graduações. Cada fração granulométrica deve ficar sobre uma base que permita escoar a água livre de modo a eliminá-la. O depósito destinado ao armazenamento dos agregados deve ser construído de maneira tal que evite o contato com o solo e impeça a contaminação com outros sólidos ou líquidos prejudiciais ao concreto.

2.2.1.2. Agregado Gráudo

O agregado gráudo é composto por grãos que passam na peneira de malha 75 mm e ficam retidos na peneira de malha 4,75 mm.

Os agregados graúdos utilizados, usualmente, são o seixo rolado extraído dos rios e a brita resultante da britagem de rochas retiradas de jazidas naturais, conforme a figura 2.

Figura 2 – Brita



Fonte: Elaborada pelo autor.

O agregado graúdo também deve ser fornecido em lotes, devendo apresentar o nome do produtor, proveniência do material, classificação granulométrica, massa do material ou seu volume aparente e a data do fornecimento (ABNT NBR 7211, 2009).

Os requisitos quanto à granulometria e a presença de substâncias nocivas também devem ser atendidos pelo agregado graúdo (ABNT NBR 7211, 2009).

A distribuição granulométrica, determinada conforme a ABNT NBR NM 248:2003, deve atender os limites estabelecidos na tabela 3 (ABNT NBR 7211, 2009).

Tabela 3 – Limites da composição granulométrica do agregado graúdo

(Continua)

Peneira com abertura de malha (ABNT NBR NM ISO 3310-1)	Porcentagem, em massa, retida acumulada				
	Zona granulométrica d/D ^a				
	4,75/12,5	9,5/25	19/31,5	25/50	37,5/75
75 mm	-	-	-	-	0 - 5
63 mm	-	-	-	-	5 - 30
50 mm	-	-	-	0 - 5	75 - 100
37,5 mm	-	-	-	5 - 30	90 - 100
31,5 mm	-	-	0 - 5	75 - 100	95 - 100
25 mm	-	0 - 5	5 - 25 ^b	87 - 100	-
19 mm	-	2 - 15 ^b	65 ^b - 95	95 - 100	-
12,5 mm	0 - 5	40 ^b - 65 ^b	92 - 100	-	-
9,5 mm	2 - 15 ^b	80 ^b - 100	95 - 100	-	-
6,3 mm	40 ^b - 65 ^b	92 - 100	-	-	-

Tabela 3 – Limites da composição granulométrica do agregado graúdo

(Conclusão)

Peneira com abertura de malha (ABNT NBR NM ISO 3310-1)	Porcentagem, em massa, retida acumulada				
	Zona granulométrica d/D ^a				
	4,75/12,5	9,5/25	19/31,5	25/50	37,5/75
4,75 mm	80 ^b - 100	95 - 100	-	-	-
2,36 mm	95 - 100	-	-	-	-

^a Zona granulométrica correspondente à menor (d) e à maior (D) dimensões do agregado graúdo.

^b Em cada zona granulométrica deve ser aceita uma variação de no máximo cinco unidades percentuais em apenas um dos limites marcados com ^b. Essa variação pode também estar distribuída em vários desses limites.

Fonte: ABNT NBR 7211:2009.

O agregado graúdo deve atender aos requisitos quanto a presença de substâncias nocivas, conforme a tabela 4 (ABNT NBR 7211, 2009).

Tabela 4 – Limites máximos aceitáveis de substâncias nocivas no agregado graúdo com relação à massa do material

Determinação	Método de ensaio		Quantidade máxima relativa à massa do agregado graúdo %
Torrões de argila e materiais friáveis	ABNT NBR 7218	Concreto aparente	1,0
		Concreto sujeito a desgaste superficial	2,0
		Outros concretos	3,0
Materiais carbonosos ^a	ASTM C 123	Concreto aparente	0,5
		Concreto não aparente	0,5
Material fino que passa através da peneira 75 µm por lavagem (material pulverulento) ^b	ABNT NBR NM 46		1,0

^a Quando não for detectada a presença de materiais carbonosos durante a apreciação petrográfica, pode-se prescindir do ensaio de quantificação dos materiais carbonosos (ASTM C 123).

^b Para agregados produzidos a partir de rochas com absorção de água inferior a 1%, determinados conforme a ABNT NBR NM 53, o limite de material fino pode ser alterado de 1% para 2%.

Fonte: ABNT NBR 7211:2009.

2.2.2. Cimento Portland

O cimento Portland é um aglomerante hidráulico resultante da moagem do clínquer, apresentando em sua composição silicatos hidráulicos de cálcio além de sulfatos de cálcio (ABNT NBR 12655, 2015).

O recebimento do cimento Portland deve estar em conformidade com sua respectiva norma, onde os ensaios químicos, físicos e mecânicos são estabelecidos:

- a) ABNT NBR 5732:1991 - Cimento Portland comum;
- b) ABNT NBR 5733:1991 - Cimento Portland de alta resistência inicial;
- c) ABNT NBR 5735:1991 - Cimento Portland de alto-forno;
- d) ABNT NBR 5736:1999 - Cimento Portland pozolânico;
- e) ABNT NBR 5737:1992 - Cimentos Portland resistentes a sulfatos;
- f) ABNT NBR 11578:1991 - Cimento Portland composto;
- g) ABNT NBR 12989:1993 - Cimento Portland branco;
- h) ABNT NBR 13116:1994 - Cimento Portland de baixo calor de hidratação.

Entre os ensaios químicos a serem realizados estão o de perda ao fogo conforme a ABNT NBR NM 18:2012 e o de resíduo insolúvel de acordo com ABNT NBR NM 15:2012.

O ensaio de resíduo insolúvel indica a quantidade de componentes não hidráulicos presentes no cimento, e o ensaio de perda ao fogo expõe o nível de carbonatação e hidratação de alguns componentes do cimento devido a exposição ao ar (NEVILLE, 2016).

O ensaio de finura em conformidade com a ABNT NBR 11579:2012 Versão Corrigida:2013 e o ensaio de resistência à compressão de acordo com a ABNT NBR 7215:1996 Versão Corrigida:1997 estão entre os ensaios físicos e mecânicos a serem realizados.

O ensaio de finura indica a granulometria dos grãos do cimento. A finura se trata de uma propriedade fundamental do cimento e deve ser rigorosamente controlada. Já a resistência à compressão indica a resistência da pasta de cimento que caracteriza a classe do cimento (NEVILLE, 2016).

O cimento Portland deve ser armazenado separadamente de acordo com a classe, tipo e marca. Se estiver contido em sacos, esses devem ser empilhados, em local fechado, impedindo o contato com chuva, condensação ou névoa. Além disso, cada lote de cimento recebido na mesma data deve ser armazenado em pilhas distintas. Assim, as pilhas devem estar sobre estrado ou paletes de madeira evitando o contato direto com o piso. Por fim, o empilhamento deve ser realizado de modo que haja corredores para a locomoção (ABNT NBR 12655, 2015).

Se o cimento for fornecido a granel, ele deve ser armazenado em silo estanque que contenha respiradouro com filtro para reter poeira, janela de inspeção e tubulação de carga e descarga, de acordo com a figura 3. Além do mais, cada silo

deve estar identificado com a classe, marca e tipo de cimento, e seu interior deve ser livre de forma que não se acumule cimento, sem a presença de zonas mortas (ABNT NBR 12655, 2015).

Figura 3 – Silos



Fonte: Elaborada pelo autor.

2.2.3. Aditivos

O aditivo para concreto é assim definido pela ABNT NBR 12655 (2015, p. 5):

Produto adicionado durante o processo de preparação do concreto, em quantidade não maior que 5 % da massa de material cimentício contida no concreto, com o objetivo de modificar as propriedades do concreto no estado fresco e/ou no estado endurecido, exceto pigmentos inorgânicos para o preparo de concreto colorido.

Os aditivos podem oferecer vantagens físicas e econômicas para o concreto. Dessa forma, com os aditivos possibilitou a utilização do concreto em situações antes de difícil aplicação. Contudo, ele não deve ser considerado uma solução para a má qualidade de outros componentes do concreto (NEVILLE, 2016).

Os aditivos podem ser apresentados nos estados sólido ou líquido. No entanto, usualmente apresentam-se na forma líquida por permitir uma homogeneização mais rápida durante a mistura do concreto (NEVILLE, 2016).

De acordo com ABNT NBR 11768:2011, os aditivos podem ser classificados em:

- a) Aditivo redutor de água / plastificante que pode apresentar função complementar de acelerar, retardar ou não alterar a pega;

- b) Aditivo de alta redução de água / superplastificante tipo I que pode apresentar função complementar de acelerar, retardar ou não alterar a pega;
- c) Aditivo de alta redução de água / superplastificante tipo II ou hiperplastificante que pode apresentar função complementar de acelerar, retardar ou não alterar a pega;
- d) Aditivo incorporador de ar (IA);
- e) Aditivo acelerador de pega (AP);
- f) Aditivo acelerador de resistência (AR);
- g) Aditivo retardador de pega (RP).

Ensaio devem ser feitos para verificar se os aditivos atendem aos seguintes requisitos: exame visual da cor e da homogeneidade, determinação do pH, do teor de sólidos, da massa específica, de cloretos solúveis em água, dentre outros (ABNT NBR 11768, 2011).

No recebimento dos aditivos pelo cliente, o mesmo deve vir com a nota fiscal, o certificado de análise de cada lote recebido e a Ficha de Emergência (FE). Deve ser feita a verificação da quantidade que foi recebida e a quantidade dita na nota fiscal. Aliás, deve ser feito o comparativo do lote aprovado com os novos lotes, a fim de assegurar que sejam realmente iguais (ABNT NBR 11768, 2011).

Os aditivos podem ser armazenados, antes de serem utilizados, em seus recipientes originais ou em local recomendado pelo fabricante (ABNT NBR 12655, 2015).

O armazenamento do aditivo, conforme a figura 4, deve seguir o que estabelece a ABNT NBR 12655 (2015, p. 15):

Os aditivos líquidos, no instante de seu uso, quando não forem utilizados em sua embalagem original, devem ser transferidos para um recipiente estanque, não sujeito à corrosão, protegido contra contaminantes ambientais e provido de agitador, de forma a impedir a decantação dos sólidos.

O aditivo líquido, quando utilizado diretamente de sua embalagem original, deve ser homogeneizado energicamente, de forma a impedir a decantação dos sólidos contidos no aditivo, uma vez por dia e imediatamente antes de seu uso, ou deve ser submetido ao procedimento recomendado pelo fabricante.

Os recipientes em que os aditivos estão contidos devem estar identificados, de modo que sejam rastreados facilmente (ABNT NBR 12655, 2015).

Figura 4 – Armazenamento dos aditivos



Fonte: Elaborada pelo autor.

2.2.4. Adições

As adições, geralmente, são produtos minerais incorporados ao concreto que apresentam teores maiores que 5% da massa de cimento. Entre essas adições, estão a sílica ativa, o metacaulim e outros materiais pozolânicos (ABNT NBR 12655, 2015).

A finalidade das adições é melhorar o desempenho do concreto, atuando, por exemplo, na melhora da resistência e fluidez do concreto (NEVILLE, 2016).

As adições devem passar por ensaios para averiguar se elas obedecem aos requisitos estabelecidos quanto à umidade, à perda ao fogo, ao índice de desempenho do cimento Portland aos 7 dias, dentre outros (ABNT NBR 12653, 2015; ABNT NBR 13956-1, 2012; ABNT NBR 15894-1, 2010).

Para o recebimento do lote de adição, deve vir acompanhado a nota fiscal e o certificado de análise. Além disso, a adição deve apresentar informações como o nome, a marca, o fabricante, a massa líquida expressa em kg, a composição química, o prazo de validade, como deve ser o manuseio do produto e o armazenamento (ABNT NBR 12653, 2015; ABNT NBR 13956-1, 2012; ABNT NBR 15894-1, 2010).

As adições devem ser identificadas e armazenadas em locais que protejam de intempéries, para manter a qualidade e permitir a rastreabilidade de cada lote. Se estiverem contidas em sacos, esses devem estar sobre paletes de madeira impedindo o contato com o solo. Ademais, as orientações do fabricante devem ser atendidas (ABNT NBR 12653, 2015; ABNT NBR 13956-1, 2012; ABNT NBR 15894-1, 2010).

2.2.5. Água

A água é encarregada pelas reações de hidratação do cimento Portland e a cura do concreto, apresentando um papel de suma importância na dosagem do concreto influenciando também na trabalhabilidade do mesmo.

As águas que podem ser utilizadas na dosagem do concreto são a água de abastecimento público, água recuperada de processos de preparação do concreto, água de fontes subterrâneas, água natural de superfície, água de captação pluvial e água residual industrial.

Para a utilização da água de abastecimento público não há necessidade de realizar ensaios, pois ela é considerada adequada para aplicação no concreto. Já a água de fontes subterrâneas, água natural de superfície, água de captação pluvial, água recuperada de processos de preparação do concreto e água residual industrial devem atender aos requisitos de acordo com a tabela 5. Os ensaios estabelecidos nessa tabela devem ser realizados mensalmente até que a água cumpra claramente esses requisitos. Após esse período se reduz a frequência desses ensaios (ABNT NBR 15900-1, 2009).

Tabela 5 – Requisitos da água destinada ao amassamento de concreto

(Continua)

Parâmetro	Requisito	Procedimento de ensaio
Óleos e gorduras	Não mais do que traços visíveis	ABNT NBR 15900-3
Detergentes	Qualquer espuma deve desaparecer em 2 min.	
Cor	A cor deve ser comparada qualitativamente com água potável devendo ser amarelo claro a incolor, exceto para a água recuperada de processos de preparação do concreto	
Material sólido	Máximo de 50 000 mg/L	Para água recuperada de processos de preparação do concreto, utilizar a metodologia do Anexo A da ABNT NBR 15900-1 ou ABNT NBR 15900-3. Para os demais tipos de água aplica-se o Projeto ABNT NBR 15900-3
Odor	Água recuperada de processos de preparação do concreto não deve apresentar cheiro, exceto um leve odor de cimento e, onde houver escória, um leve odor de sulfeto de hidrogênio após a adição de ácido clorídrico	ABNT NBR 15900-3
	Água de outras fontes deve ser inodora e sem odor de sulfeto de hidrogênio, após a adição de ácido clorídrico	
Ácidos	pH $\geq$ 5	
Matéria orgânica	A cor da água deve ser mais clara ou igual à da solução-padrão, após a adição de NaOH	

Tabela 5 – Requisitos da água destinada ao amassamento de concreto

(Conclusão)

Parâmetro	Requisito		Procedimento de ensaio
Cloretos	Concreto protendido ou graute	No máximo 500 mg/L	ABNT NBR 15900-6
	Concreto armado	No máximo 1000 mg/L	
	Concreto simples (sem armadura)	No máximo 4500 mg/L	
Sulfatos	No máximo 2000 mg/L		ABNT NBR 15900-7

Fonte: ABNT NBR 15900-1:2009.

A água recuperada de processos de preparação do concreto deve ainda atender a quantidade adicional máxima de material sólido, que deve ser menor que 1% da massa total de agregados contidos no concreto (ABNT NBR 15900-1, 2009).

A água deve ser armazenada em recipientes estanques e tampados para evitar a contaminação por qualquer substância estranha (ABNT NBR 15900-1, 2009).

2.3. Dosagem do concreto

HELENE (2005, p. 439) assim define:

Entende-se por estudo de dosagem dos concretos de cimento Portland os procedimentos necessários à obtenção da melhor proporção entre os materiais constitutivos do concreto, também conhecido por traço. Essa proporção ideal pode ser expressa em massa ou em volume, sendo preferível e sempre mais rigorosa a proporção expressa em massa seca de materiais.

O desvio tolerado na dosagem dos materiais que compõem o concreto só é aceito devido a variações de pesagem singulares a esse procedimento. A variação máxima na pesagem dos agregados, conforme a figura 5, ao final do carregamento em valor absoluto, deve ser de 3% do valor nominal da massa dos mesmos ou 1% da capacidade máxima da balança, sendo adotado o menor dos dois valores (ABNT NBR 7212, 2012).

Já a variação máxima, ao final do carregamento do cimento, dependerá da capacidade da balança, onde essa variação, em valor absoluto, corresponderá a 1% da capacidade da balança, desde que a massa de cimento utilizada na dosagem seja igual ou superior a 30% dessa capacidade. Já se essa massa for inferior a 30% da capacidade, a variação máxima positiva deve ser de 4% do valor nominal da massa de cimento. As adições devem obedecer a esse mesmo critério (ABNT NBR 7212, 2012).

Figura 5 – Pesagem dos agregados



Fonte: Elaborada pelo autor.

O cimento não pode ser dosado em conjunto com os agregados. Além disso, se o cimento estiver em sacos não é admitido o fracionamento dos mesmos (ABNT NBR 7212, 2012).

O volume total de água deve apresentar uma variação máxima, em valor absoluto, de 3% em relação ao volume nominal. Esse volume total da água leva em consideração a dissolução de aditivos, a umidade do agregado miúdo e a água sob a forma de gelo (ABNT NBR 7212, 2012).

Os aditivos devem garantir uma distribuição uniforme no concreto e apresentar na dosagem uma variação máxima, em valor absoluto, de 5% da quantidade nominal (ABNT NBR 7212, 2012).

2.4. Calibração dos equipamentos

Os equipamentos devem ser calibrados periodicamente, conforme as prescrições estabelecidas pela ABNT NBR 7212:2012.

Utiliza-se nas centrais dosadoras de concreto as balanças da classe 3, e as mesmas devem estar em conformidade com as definições do INMETRO que as designa como balanças de exatidão média, devendo apresentar precisão de 0.1g, 2g ou 5g e carga mínima de 2g (PORTARIA 236, 1994).

“Os dosadores volumétricos de água e aditivos devem ser calibrados periodicamente, de forma a assegurar que a diferença entre o volume nominal e o registrado seja igual ou inferior a 2% do primeiro” (ABNT NBR 7212, 2012, p. 5).

As centrais com célula de carga devem ser calibradas no máximo a cada 6 meses, já as centrais com transmissão mecânica devem ser calibradas no máximo a cada 3 meses. Em obras como pontes, túneis e barragens, a calibração deve ser definida entre as partes do contrato conforme o volume de concreto produzido. No caso da mudança de local da central dosadora, se faz necessário a realização da calibração (ABNT NBR 7212, 2012).

As centrais dosadoras de concreto podem apresentar procedimentos próprios para a calibração e manutenção periódicas dos equipamentos, desde que atendam aos requisitos mínimos estabelecidos pela ABNT NBR 7212:2012.

2.5. Mistura e transporte do concreto

A mistura do concreto envolve a união de todos os componentes do concreto, no qual se busca obter um material homogêneo e que atinja a trabalhabilidade e a plasticidade almejadas.

A mistura poderá ocorrer em centrais misturadoras, na qual os materiais componentes são colocados em um misturador, e ao fim da mistura o concreto deve ser colocado no veículo que o transportará ao local determinado. Já a mistura em centrais dosadoras, envolve a utilização do caminhão betoneira no qual todos os materiais são misturados completamente, e a qualidade dessa mistura está vinculada a ausência de concreto nas paredes e a estanqueidade do caminhão (ABNT NBR 7212, 2012).

Também pode haver a mistura parcial na central e a complementação na obra, onde os materiais componentes do concreto são misturados, também no caminhão betoneira, com parte da água a ser usada na dosagem e o restante da água é adicionada na obra antes da mistura final e da descarga (ABNT NBR 7212, 2012).

O tempo de mistura, velocidade, capacidade volumétrica, estanqueidade, número de rotações, limpeza/aderência e desgaste das pás do equipamento são fatores a serem verificados, pois influenciam na qualidade da mistura (ABNT NBR 7212, 2012).

O transporte do concreto pode ser realizado por veículo com ou sem agitação mecânica, desde que seja estanque e a superfície em que o concreto estará em contato não seja absorvente. Geralmente o transporte é realizado por caminhão betoneira, mas pode ser realizado em caminhão basculante de aço desde que não segregue os materiais componentes do concreto (ABNT NBR 7212, 2012).

O tempo de transporte do concreto entre o início da mistura – adição da primeira quantidade de água – até a entrega do mesmo deve garantir que o adensamento de todo o concreto seja realizado antes do início de pega. O tempo de transporte com caminhão betoneira e com veículo desprovido de agitador mecânico deve ser inferior, respectivamente, a 90 e 40 minutos (ABNT NBR 7212, 2012).

2.6. Análise do desvio-padrão

O desvio-padrão (S_n) calculado, mensalmente ou em períodos definidos, pela central é de suma importância, uma vez que quanto maior for esse valor, maior será o intervalo das resistências dos corpos-de-prova da amostra parcial, indicando o nível da central dosadora de concreto quanto a uniformidade do concreto produzido (ABNT NBR 7212, 2012). A figura 6 ilustra um exemplo de prensa usada no rompimento dos corpos-de-prova.

As variações consideráveis nos valores do desvio-padrão influenciam na dosagem do concreto, pois tal dosagem deve ser avaliada periodicamente e ajustada caso haja essa variação e a mudança considerável na resistência média da central. A tabela 6 expõe os níveis de controle do processo de dosagem da central baseado no desvio-padrão.

Tabela 6 – Desvio-padrão do processo

Local de preparo do concreto	Desvio-padrão (Mpa)			
	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
Central	$S_n < 3,0$	$3,0 < S_n < 4,0$	$4,0 < S_n < 5,0$	$S_n > 5,0$

Fonte: ABNT NBR 7212:2012.

Figura 6 – Prensa para o rompimento dos corpos-de-prova



Fonte: Elaborada pelo autor.

3. AVALIAÇÃO DAS CENTRAIS DOSADORAS DE CONCRETO

A análise do controle de qualidade do concreto, produzido nas centrais dosadoras que atuam no mercado de Palmas – TO, foi realizada através de coleta de dados na visita às instalações, realizando questionamentos aos responsáveis pelas empresas e verificando se tais instalações atendiam a todos os requisitos das normas técnicas pertinentes.

Nesse sentido, para a coleta dos dados foi elaborado um *checklist*, que consta no apêndice “A”, com os requisitos que foram avaliados, os quais poderiam apresentar, como resultado da verificação do controle tecnológico de cada questionamento, uma das três situações:

- a) Processo realizado;
- b) Processo parcialmente realizado;
- c) Processo não realizado.

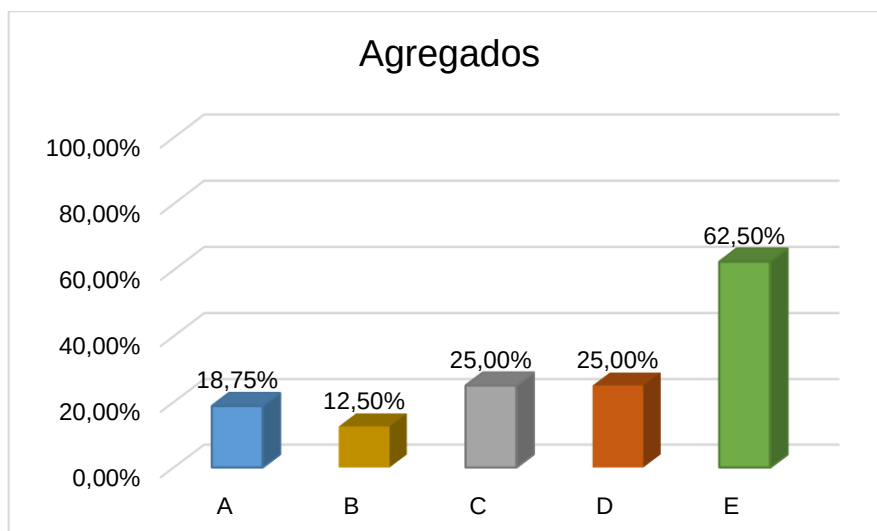
Os resultados são apresentados em porcentagem, através de gráficos de colunas, quanto ao cumprimento dos requisitos de cada tópico para cada uma das cinco empresas, denominadas de “A”, “B”, “C”, “D” e “E”. Os tópicos analisados foram os seguintes: agregados, cimento, aditivos, adições, água, dosagem do concreto, calibração dos equipamentos, mistura e transporte e desvio-padrão.

Cada item do tópico apresenta o mesmo peso, por exemplo, no tópico agregados há 8 itens, onde cada item representa 1/8 do tópico. Das três situações como resposta, quando o processo é realizado, o valor de cumprimento do requisito do item corresponde a 1 (uma) parte do tópico. Já se o processo for realizado parcialmente, o valor de cumprimento do requisito do item só corresponde à metade do que seria caso tivesse sido realizado completamente. E se o processo não for realizado, o valor de cumprimento do requisito do item é nulo.

3.1. Resultados e discussão

Os resultados das 5 empresas, denominadas de “A”, “B”, “C”, “D” e “E”, são expostos a seguir. Esses resultados constam em uma tabela resumo, a qual corresponde ao apêndice “B”.

O gráfico 1 expõe o resultado quanto ao atendimento aos requisitos dos agregados, por cada empresa.

Gráfico 1 – Atendimento aos requisitos quanto aos agregados

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com relação aos agregados, os requisitos foram analisados através de 8 itens. Analisando o gráfico 1, observa-se que os requisitos não são seguidos completamente, com a maioria das empresas cumprindo poucos itens.

As cinco empresas analisadas não realizam os ensaios quanto à presença de substâncias nocivas, impossibilitando, assim, saber se a quantidade dessas substâncias, comparada a massa dos agregados, está em conformidade com a máxima estabelecida na ABNT NBR 7211:2009, o que pode vir a comprometer a qualidade do concreto e, conseqüentemente, promover o surgimento futuro de manifestações patológicas no mesmo.

A única empresa que realiza os ensaios de distribuição granulométrica dos agregados miúdo e graúdo é a empresa “E”, em que são verificados os limites das composições granulométricas, pois tais composições influenciam na trabalhabilidade e no custo do concreto (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

Quanto ao armazenamento dos agregados, as empresas “A”, “C e “D” cumprem com a separação destes em função da granulometria. Todavia, os mesmos não estão sobre uma base que permite o escoamento da água livre e há o contato direto com o solo, o que pode vir a prejudicar a qualidade do concreto, conforme a figura 7.

Figura 7 – Agregados em contato direto com o solo



Fonte: Elaborada pelo autor.

Já a empresa “B”, não realiza a separação dos agregados em função da granulometria. Além disso, eles não estão sobre uma base que permite o escoamento da água livre e há o contato direto com o solo, conforme ilustra a figura 8.

Figura 8 – Armazenamento inadequado dos agregados



Fonte: Elaborada pelo autor.

A empresa “E” cumpre todos os itens supracitados nas outras empresas, em relação ao armazenamento dos agregados, conforme mostra a figura 9.

Figura 9 – Armazenamento adequado dos agregados

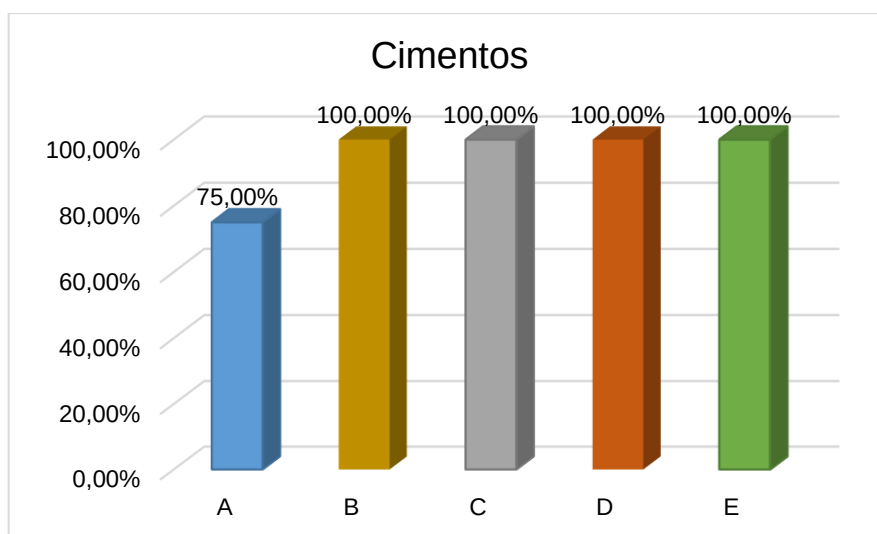


Fonte: Elaborada pelo autor.

A empresa “A” é a única que realiza semanalmente o ensaio de umidade do agregado miúdo, enquanto que as demais realizam no mínimo 2 (duas) vezes diariamente, impossibilitando, assim, a correção diária da quantidade de água a ser adicionada ao concreto, podendo ocorrer grandes variações nas dosagens, prejudicando, dessa forma, a qualidade do concreto (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

O gráfico 2 expõe o resultado quanto ao atendimento aos requisitos dos cimentos, por cada empresa.

Gráfico 2 – Atendimento aos requisitos quanto aos cimentos



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com relação aos cimentos, os requisitos foram analisados através de 4 itens. Analisando o gráfico 2, observa-se que os requisitos são seguidos completamente em quase todas as empresas, exceto na empresa “A”.

Os cimentos utilizados pelas empresas apresentavam o certificado de análise, dando a garantia de que o mesmo atendia as condições quanto à finura, resíduo insolúvel, perda ao fogo, etc. Todas as empresas utilizavam cimento a granel, e o armazenamento em um silo estanque, obedecendo todos os requisitos, era seguido, conforme a figura 10. Além disso, o fluxo no interior dos silos de cada empresa era desobstruído.

Figura 10 – Armazenamento do cimento em silos

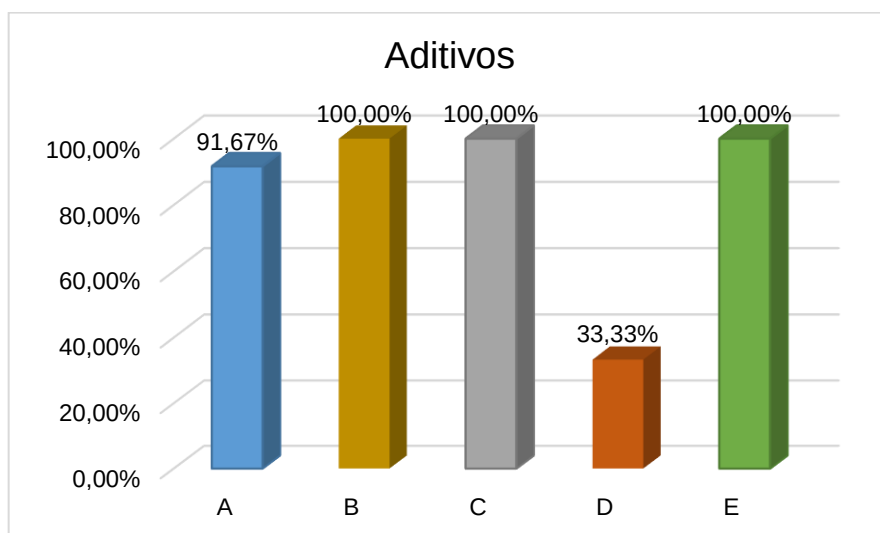


Fonte: Elaborada pelo autor.

Quase todas as empresas seguiam a identificação do silo com a marca, tipo e classe do cimento nele contido, exceto a empresa “A” a qual, em um mesmo silo, misturava dois cimentos distintos em classe e tipo. Isso provocará variação na dosagem, pois se trata de cimentos com propriedades diferentes.

O gráfico 3 expõe o resultado quanto ao atendimento aos requisitos dos aditivos, por cada empresa.

Gráfico 3 – Atendimento aos requisitos quanto aos aditivos



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com relação aos aditivos, os requisitos foram analisados através de 6 itens. Analisando o gráfico 3, observa-se que os requisitos são seguidos completamente em quase todas as empresas, exceto nas empresas “A” e “D”.

No recebimento dos aditivos, a análise visual quanto a homogeneidade e a cor e o comparativo dos lotes aprovados com os novos lotes recebidos, para assegurar que realmente sejam iguais, é realizado em quase todas as empresas, exceto na empresa “D”, o que pode comprometer a qualidade do concreto, se não for realmente o aditivo solicitado.

Todos os lotes de aditivos de todas as empresas apresentavam certificado de análise e a Ficha de Emergência (FE) e são armazenados no recipiente original ou em outro que atenda as prerrogativas do fabricante, de acordo com a figura 11, em conformidade com a ABNT NBR 11768:2011.

Figura 11 – Armazenamento adequado do aditivo



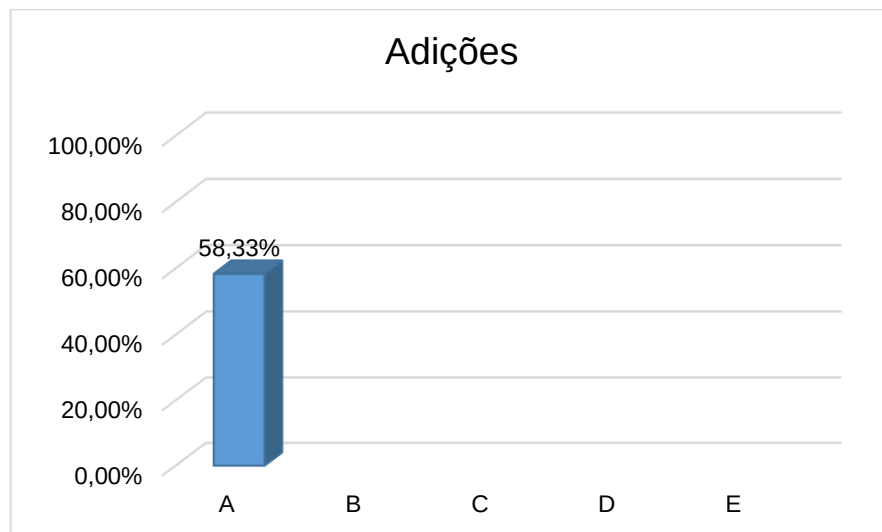
Fonte: Elaborada pelo autor.

A empresa “D” não realiza a homogeneização dos aditivos e a empresa “A” só a realiza semanalmente. Porém, é estabelecido em norma que sejam homogeneizados diariamente e antes do uso, pois se não obedecido isso, componentes do aditivo decantam, não apresentando as características esperadas para a dosagem do concreto. Além disso, a empresa “D” é a única em que os aditivos não apresentam uma rastreabilidade, pois não são identificados. A figura 12 exemplifica a falta de identificação do aditivo.

Figura 12 – Aditivo sem identificação

Fonte: Elaborada pelo autor.

O gráfico 4 expõe o resultado quanto ao atendimento aos requisitos das adições pela empresa “A”.

Gráfico 4 – Atendimento aos requisitos quanto às adições

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com relação às adições, os requisitos foram analisados através de 6 itens. Contudo, o tópico de adições não serve para comparar as empresas, pois somente a empresa “A” fazia uso de sílica ativa.

Os lotes de adição apresentavam certificado de análise, porém não havia identificação dos sacos, nem como deveria ser o manuseio, além disso não havia separação dos lotes no armazenamento. O local de armazenamento era coberto, entretanto o mesmo não era fechado, podendo ser prejudicial no caso da ocorrência

de chuvas fortes, por exemplo. Apesar disso, os sacos de sílica estavam sobre paletes de madeira e o empilhamento obedecia ao estabelecido pelo fabricante, conforme a figura 13.

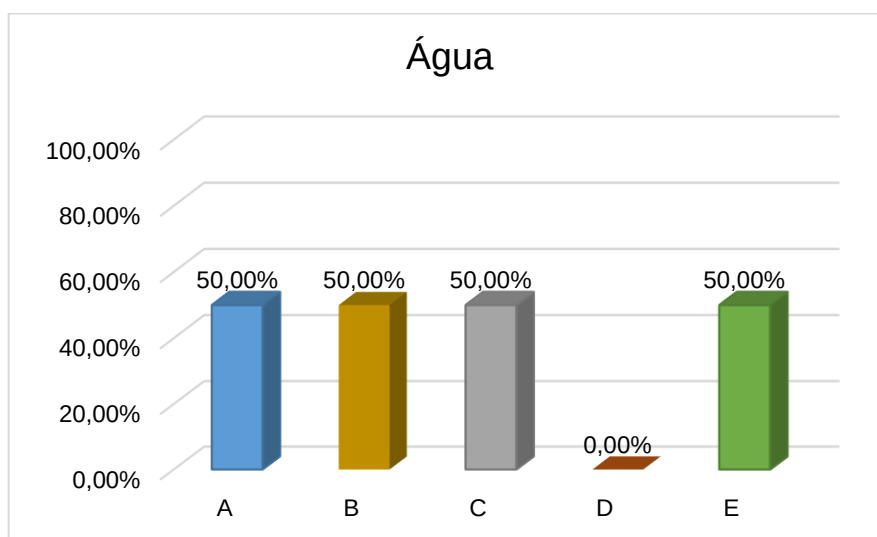
Figura 13 – Armazenamento da adição



Fonte: Elaborada pelo autor.

O gráfico 5 expõe o resultado quanto ao atendimento aos requisitos da água, por cada empresa.

Gráfico 5 – Atendimento aos requisitos quanto à água



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com relação à água, os requisitos foram analisados através de 2 itens. Analisando o gráfico 5, observa-se que os requisitos não são seguidos completamente, e na empresa “D” nenhum requisito é obedecido.

Todas as empresas fazem uso da água subterrânea na dosagem do concreto, porém nenhuma delas realizaram os ensaios mensalmente no período inicial ao seu uso e continuam sem realizar os mesmos em menor frequência após o período inicial. Tais ensaios somente foram feitos durante a outorga do poço artesiano. Entre

os ensaios requisitados há os de verificação dos níveis de detergentes, odor, ácidos, matéria orgânica, cloretos, sulfatos, etc. A presença de tais substâncias, acima do nível estabelecido na ABNT NBR 15900-1, irá interferir na durabilidade do concreto.

Além disso, as empresas “A” e “E” fazem uso da água recuperada dos processos de preparação do concreto e todos os referidos ensaios, dentre outros, deveriam ser feitos, mas não o são. Só é feita a decantação, posteriormente a água é reutilizada na dosagem, consoante a figura 14.

Figura 14 – Reutilização inadequada da água utilizada nos processos de preparação do concreto



Fonte: Elaborada pelo autor.

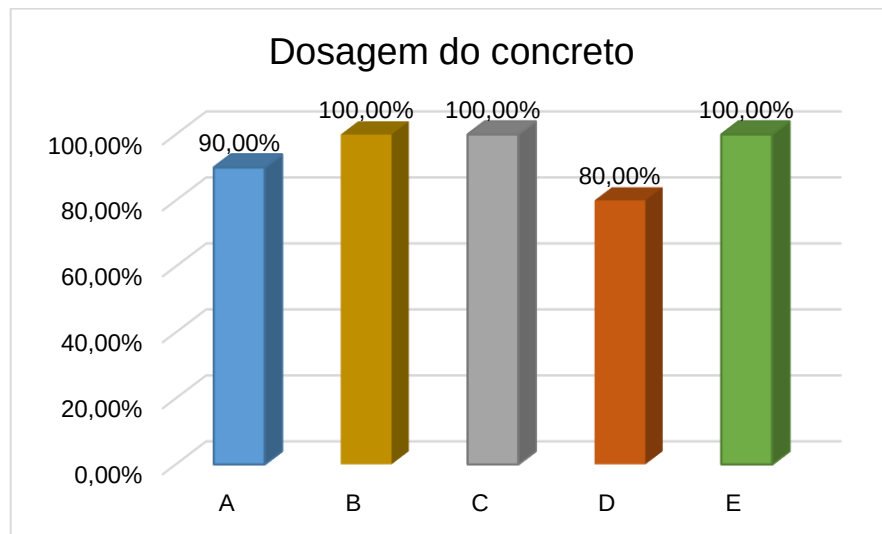
A empresa “D” é única que não atende quanto ao armazenamento da água, pois o recipiente não é tampado de modo a impedir a contaminação por substâncias que possam prejudicar a qualidade do concreto. A figura 15 é um exemplo dessa situação.

Figura 15 – Armazenamento inadequado da água utilizada na dosagem



Fonte: Elaborada pelo autor.

O gráfico 6 expõe o resultado quanto ao atendimento aos requisitos da dosagem do concreto, por cada empresa.

Gráfico 6 – Atendimento aos requisitos quanto à dosagem do concreto

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com relação à dosagem do concreto, os requisitos foram analisados através de 5 itens. Analisando o gráfico 6, observa-se que os requisitos são seguidos completamente por quase todas as empresas, exceto pelas empresas “A” e “D”.

A variação máxima na pesagem dos agregados e do cimento foi obedecida por todas as empresas. Já a variação máxima do volume de água só não foi obedecida pela empresa “D”, pois a água era acrescentada ao concreto sem observar o limite estabelecido, usando a água armazenada no reservatório do caminhão-betoneira, logo após colocar toda a quantidade de água, indicada no traço do concreto, através do dosador volumétrico, conforme ilustra a figura 16.

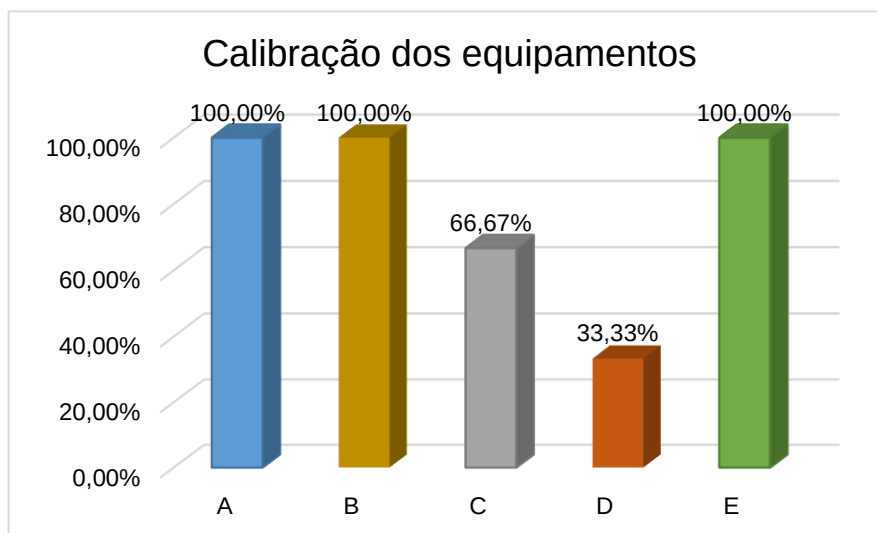
Figura 16 – Acréscimo inadequado de água ao concreto

Fonte: Elaborada pelo autor.

A variação máxima do volume total de aditivo foi seguida por todas as empresas. Já em relação ao volume de água total adicionado ao concreto – que deve levar em consideração o volume de aditivos, a umidade do agregado miúdo e o volume de água sob a forma de gelo quando há a utilização dessa – somente a empresa “A” pode apresentar uma grande variação nesse volume total de água, devido ao ensaio de umidade ser feito somente semanalmente. As demais empresas desempenham esse requisito corretamente.

O gráfico 7 expõe o resultado quanto ao atendimento aos requisitos da calibração dos equipamentos, por cada empresa.

Gráfico 7 – Atendimento aos requisitos quanto à calibração dos equipamentos



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com relação à calibração dos equipamentos, os requisitos foram analisados através de 3 itens. Analisando o gráfico 7, observa-se que a empresa “C” não atende a um requisito e a empresa “D” atende somente a um requisito.

Nas empresas “C” e “D”, as balanças não estão em conformidade com o que é estabelecido pelo INMETRO, pois não são calibradas, no máximo, a cada 6 meses, por se tratarem de centrais com célula de carga. Todas as demais empresas também são centrais dotadas de célula de carga, mas obedecem a esse requisito. O não cumprimento desse requisito pode implicar em variações na dosagem do concreto, pois provavelmente haverá diferenças, acima dos limites estabelecidos, na pesagem dos materiais, sendo prejudicial a qualidade do concreto. A empresa pode até obedecer a variação máxima na pesagem registrada no sistema da balança, conforme discussão sobre o gráfico 6, porém sem a correta calibração não adiantará existir esse cuidado.

A empresa “D” é única empresa que não faz a calibração periódica do dosador volumétrico de água, onde não é verificado se a diferença entre o volume nominal e o volume medido obedece a variação máxima de 2%. Já o dosador volumétrico dos aditivos é calibrado corretamente em todas as empresas. A figura 17 expõe um exemplo de dosador volumétrico de aditivo.

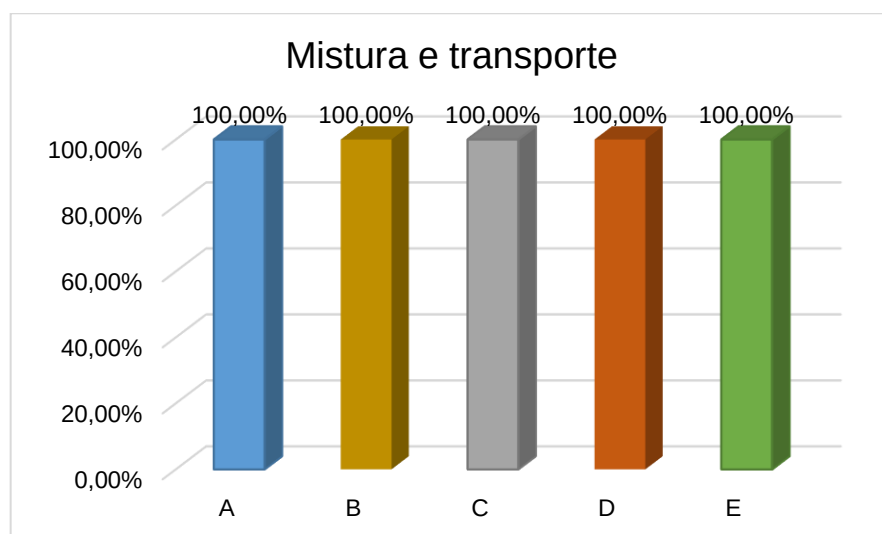
Figura 17 – Dosador volumétrico do aditivo



Fonte: Elaborada pelo autor.

O gráfico 8 expõe o resultado quanto ao atendimento aos requisitos da mistura e transporte do concreto, por cada empresa.

Gráfico 8 – Atendimento aos requisitos quanto à mistura e transporte do concreto



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com relação à mistura e ao transporte do concreto, os requisitos foram analisados através de 4 itens. Analisando o gráfico 8, observa-se que todas atendem aos requisitos.

A mistura é realizada completamente no caminhão-betoneira em todas as empresas. Os cuidados com a velocidade, o número de rotações e a capacidade volumétrica do caminhão são obedecidos conforme estabelece a ABNT NBR 7212:2012. Além disso, a estanqueidade, a limpeza e o desgaste das pás do caminhão são observados e seguidos corretamente, de acordo com a figura 18.

Figura 18 – Pás do caminhão-betoneira

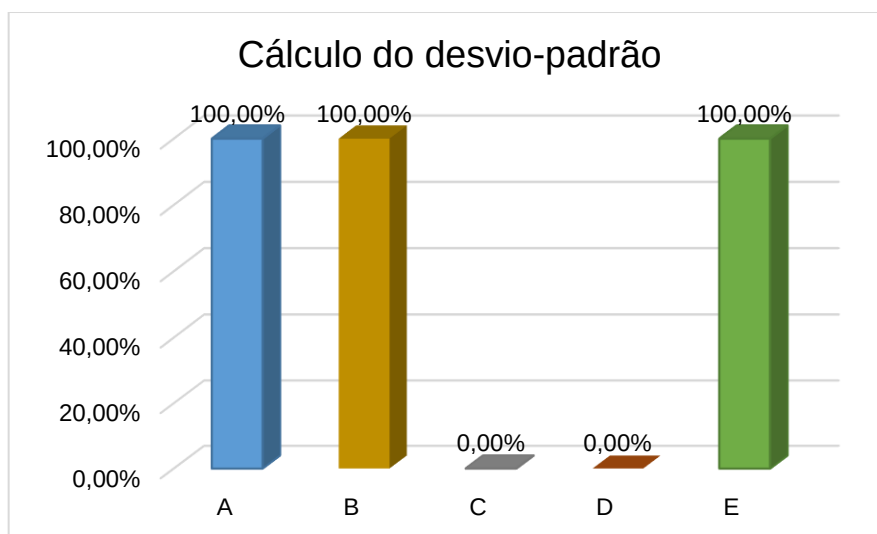


Fonte: Elaborada pelo autor.

O tempo máximo de transporte – 90 minutos por se tratar de caminhão-betoneira – também é seguido corretamente pelas empresas.

O gráfico 9 expõe o resultado quanto ao atendimento aos requisitos do cálculo do desvio-padrão, por cada empresa.

Gráfico 9 – Atendimento aos requisitos quanto ao cálculo do desvio-padrão



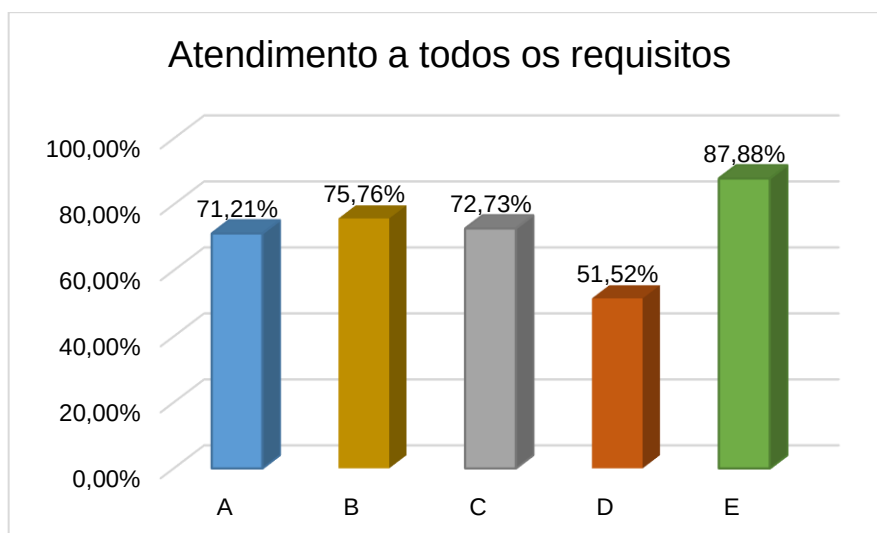
Fonte: Elaborado pelo autor.

As empresas “A”, “B” e “E” realizam o cálculo do desvio-padrão da central mensalmente. A empresa “A”, “B” e “E” apresentaram, respectivamente, um desvio-padrão de 4.9, 4.1 e 2.8, o que indica que as empresas apresentam, nessa ordem, níveis 3, 3 e 1, conforme a ABNT NBR 7212:2012.

As empresas “C” e “D” não realizam o cálculo do desvio-padrão da central, o que iria auxiliar no ajuste da dosagem, além de se ter uma noção da qualidade do concreto produzido.

O gráfico 10 expõe o resultado quanto ao atendimento a todos os requisitos do concreto usinado, por cada empresa.

Gráfico 10 – Atendimento geral a todos os requisitos do concreto dosado em central



Fonte: Elaborado pelo autor.

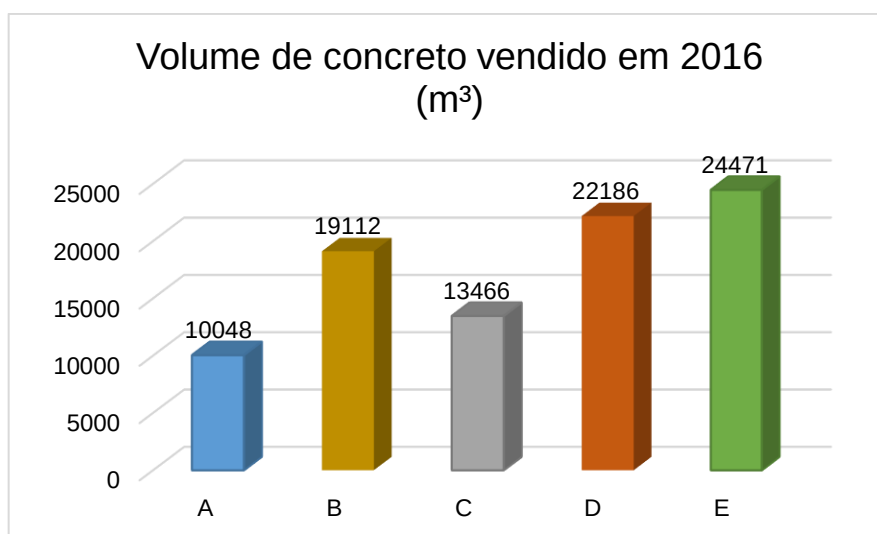
Conforme o gráfico 10, dos 33 requisitos analisados, nenhuma empresa os segue totalmente, de acordo com o que foi discutido em cada tópico.

As empresas “A”, “B” e “C” apresentam patamares bem semelhantes quanto ao atendimento geral dos requisitos. Já a empresa “D” foi a que apresentou o pior resultado, atendendo pouco mais da metade dos requisitos do concreto dosado em central. Por sua vez, a empresa “E” foi a que apresentou o melhor resultado dentre as empresas, chegando a atender a quase 90% dos requisitos.

Os tópicos em que todas as empresas apresentam nível baixo de atendimento aos requisitos, referem-se aos agregados e à água utilizada na dosagem do concreto.

O gráfico 11, abaixo, expõe o volume de concreto vendido cada uma dessas centrais dosadoras de concreto em 2016.

Gráfico 11 – Volume de concreto vendido em 2016 pelas centrais dosadoras de concreto



Fonte: Elaborado pelo autor.

O gráfico 11, comparando com o gráfico 10, mostra que a central dosadora – empresa “D” – que menos atende aos requisitos estabelecidos pelas normas técnicas é a segunda empresa que mais vende concreto usinado em Palmas – TO, e isso pode estar atrelado ao preço inferior praticado pela mesma, associado a busca de redução de custos pelas construtoras, em um período que o Brasil passa por recessão, dentre outros fatores.

Já a empresa “E”, que apresentou os melhores resultados quanto ao atendimento aos requisitos, foi a empresa que mais comercializou concreto usinado em Palmas – TO, e isso deve estar relacionado a qualidade do concreto produzido por essa central dosadora de concreto.

4. CONCLUSÕES

O controle tecnológico do concreto dosado em central, realizado pelas 5 empresas atuantes no mercado de Palmas - TO, não atendem a todos os requisitos estabelecidos pelas normas técnicas pertinentes publicadas pela ABNT. Nesse sentido, o consumidor deve analisar bem as empresas antes de adquirir o concreto, levando em consideração os requisitos aqui discutidos.

Tomando como exemplo que uma das empresas que mais vendeu concreto usinado em 2016 apresentou baixo atendimento aos requisitos, se torna fundamental que o mercado consumidor se conscientize da importância da verificação prévia do atendimento as condições mínimas estabelecidas nas normas técnicas inerentes ao concreto dosado em central.

As omissões, quanto ao cumprimento dos requisitos pelas empresas, são vistas, pelas mesmas, como economia de tempo e custos, mesmo que tais omissões venham a prejudicar a qualidade e a durabilidade do concreto usinado fornecido aos consumidores.

Tais centrais dosadoras de concreto devem estar atentas para as novas tecnologias e procedimentos que surgem no mercado da construção civil, para oferecerem, cada vez mais, um produto de maior qualidade aliado as viabilidades econômica e ambiental.

Atender às condições que estabelecem as normas técnicas pertinentes – quanto aos materiais componentes do concreto de cimento Portland, a calibração dos equipamentos, a dosagem, o cálculo do desvio-padrão, a mistura e transporte do concreto – torna-se fundamental para que o mercado consumidor, do concreto dosado em central de Palmas – TO, realmente tenha redução de custos e prazos e um concreto de boa qualidade. Se atendidos os requisitos, o concreto dificilmente apresentará manifestações patológicas que possam ser decorrentes da falta de atendimento a essas condições, por parte da central dosadora de concreto.

Todas as empresas, em estudo, devem se adequar ao que concebe as normas técnicas pertinentes ao concreto dosado em central, desde as que apresentaram os piores até os melhores resultados.

Sugere-se, em trabalhos futuros, que possa ser feito o cálculo do desvio-padrão de cada central dosadora através da coleta de concreto dessas centrais, realizando posteriormente a moldagem dos corpos-de-prova e o rompimento dos

mesmos. Por fim, deverá ser feita a análise estatística para se obter o desvio-padrão, que definirá o nível de controle do processo de dosagem da central, conforme preconiza a ABNT NBR 7212:2012, e comparar com o valor de desvio-padrão fornecido por cada empresa, se o tiver sido calculado.

Sugere-se também que o presente trabalho de conclusão de curso seja refeito a cada dois anos, para verificar se as centrais dosadoras de concreto se adequaram e evoluíram no que diz respeito ao atendimento aos requisitos estabelecidos nas normas técnicas vigentes. Dessa forma, também poderá ser verificado a inserção de novas tecnologias e procedimentos no processo de produção do concreto usinado.

REFERÊNCIAS

ABESC – Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem.

Manual do Concreto Dosado em Central. Disponível em:

<<http://www.abesc.org.br/assets/files/manual-cdc.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5732:** Cimento Portland comum. Rio de Janeiro, 1991. 5 p.

_____. **NBR 5733:** Cimento Portland de alta resistência inicial. Rio de Janeiro, 1991. 5 p.

_____. **NBR 5735:** Cimento Portland de alto-forno. Rio de Janeiro, 1991. 6 p.

_____. **NBR 5736:** Cimento Portland pozolânico. Rio de Janeiro, 1999. 5 p.

_____. **NBR 5737:** Cimentos Portland resistentes a sulfatos. Rio de Janeiro, 1992. 4 p.

_____. **NBR 7211:** Agregados para concreto – Especificação. Rio de Janeiro, 2009. 9 p.

_____. **NBR 7212:** Execução de concreto dosado em central – Procedimento. Rio de Janeiro, 2012. 16 p.

_____. **NBR 9775:** Agregado miúdo – Determinação do teor de umidade superficial por meio do frasco de Chapman – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2011. 3 p.

_____. **NBR 11578:** Cimento Portland composto. Rio de Janeiro, 1991. 5 p.

_____. **NBR 11768:** Aditivos químicos para concreto de cimento Portland – Requisitos. Rio de Janeiro, 2011. 19 p.

_____. **NBR 12653:** Materiais pozolânicos – Requisitos. Rio de Janeiro, 2015. 6 p.

_____. **NBR 12655:** Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento. Rio de Janeiro, 2015. 23 p.

_____. **NBR 12989:** Cimento Portland branco. Rio de Janeiro, 1993. 5 p.

_____. **NBR 13116:** Cimento Portland de baixo calor de hidratação. Rio de Janeiro, 1994. 5 p.

_____. **NBR 13956-1:** Sílica ativa para uso com cimento Portland em concreto, argamassa e pasta – Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, 2012. 6 p.

_____. **NBR 15894-1:** Metacaulim para uso com cimento Portland em concreto, argamassa e pasta – Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, 2010. 8 p.

_____. **NBR 15900-1: Água para amassamento do concreto - Parte 1: Requisitos.** Rio de Janeiro, 2009. 11 p.

BRASIL. **Portaria Inmetro Nº 236 de 22 de dezembro de 1994.** Brasília, DF, Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/rtac/pdf/rtac000180.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2016.

CARVALHO, João Dirceu Nogueira de. **Sobre as origens e desenvolvimento do concreto.** Revista Tecnológica, Maringá, p.19-28, 2008. Semestral. Disponível em: <educem.uem.br/ojs/index.php/RevTecnol/article/download/8169/5163>. Acesso em: 19 out. 2016.

HELENE, Paulo. **Dosagem dos concretos de cimento Portland.** Concreto: ensino, pesquisa e realizações. São Paulo: IBRACON, v. 2, p. 439-471, 2005.

MEHTA, P. K., MONTEIRO, P. J. M., **Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais.** 2. Ed. IBRACON: 2014.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do Concreto.** 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016. 912 p.

APÊNDICE A – Checklist do controle de qualidade do concreto dosado em central

Checklist do controle de qualidade do concreto dosado em central		Data: ____/____/____
Empresa _____		
AGREGADOS		
a) No recebimento, são feitos os ensaios de distribuição granulométrica dos agregados miúdo e graúdo para verificar se as amostras dos lotes obedecem aos limites de suas respectivas composições granulométricas? (ABNT NBR 7211, 2009)		
☐ Processo realizado	☐ Processo realizado parcialmente	☐ Processo não realizado
Observações:		
b) No recebimento, são feitos os ensaios de torrões de argila e materiais friáveis e material pulverulento dos agregados miúdo e graúdo para verificar se as amostras dos lotes obedecem aos limites máximos da presença de tais substâncias nocivas? (ABNT NBR 7211, 2009)		
☐ Processo realizado	☐ Processo realizado parcialmente	☐ Processo não realizado
Observações:		
c) No recebimento, são feitos os ensaios de materiais carbonosos - quando houver presença desses - dos agregados miúdo e graúdo para verificar se as amostras dos lotes obedecem aos limites máximos da presença de tais substâncias nocivas? (ABNT NBR 7211, 2009)		
☐ Processo realizado	☐ Processo realizado parcialmente	☐ Processo não realizado
Observações:		
d) No recebimento, é feito o ensaio de impurezas orgânicas do agregado miúdo para verificar se a amostra do lote obedece aos limites máximos da presença de tais substâncias nocivas? (ABNT NBR 7211, 2009)		
☐ Processo realizado	☐ Processo realizado parcialmente	☐ Processo não realizado
Observações:		

Checklist do controle de qualidade do concreto dosado em central		Data: ____/____/____
Empresa _____		
f) No armazenamento, os agregados são separados em função da granulometria? Os agregados ficam sobre uma base que permite o escoamento da água livre? O local onde são armazenados impede o contato com o solo ou com qualquer outro sólido e/ou líquido que possa prejudicar o concreto? (ABNT NBR 12655, 2015) () Processo realizado () Processo realizado parcialmente () Processo não realizado		
Observações:		
g) Os ensaios de umidade são realizados diariamente? (ABNT NBR 7211, 2009) () Processo realizado () Processo realizado parcialmente () Processo não realizado		
Observações:		
CIMENTOS		
a) São realizados os ensaios de perda ao fogo, resíduo insolúvel, finura e resistência à compressão para aprovar o recebimento de cada tipo de cimento ou apresenta o certificado de análise? (ABNT NBR 5732, 1991; ABNT NBR 5733, 1991; ABNT NBR 5735, 1991; ABNT NBR 5736, 1999; ABNT NBR 5737, 1992; ABNT NBR 11578, 1991; ABNT NBR 12989, 1993; ABNT NBR 13116, 1994) () Processo realizado () Processo realizado parcialmente () Processo não realizado		
Observações:		
b) O armazenamento dos sacos de cimento é feito em pilhas, em local isolado, protegido da chuva ou condensação? Os lotes de sacos de cimento são separados em pilhas distintas? Esses sacos estão apoiados sobre paletes de madeira ou estrado para evitar o contato direto com o piso? (ABNT NBR 12655, 2015) () Processo realizado () Processo realizado parcialmente () Processo não realizado		
Observações:		

Checklist do controle de qualidade do concreto dosado em central		Data: __/__/__
Empresa _____		
c) No armazenamento, o cimento a granel é armazenado em silo estanque contendo janela de inspeção, filtro para retenção da poeira, abertura de carga e descarga? (ABNT NBR 12655, 2015) () Processo realizado () Processo realizado parcialmente () Processo não realizado		
Observações:		
d) No armazenamento, o silo é identificado com a classe, marca e tipo do cimento nele contido? O fluxo no interior do silo é desobstruído? (ABNT NBR 12655, 2015) () Processo realizado () Processo realizado parcialmente () Processo não realizado		
Observações:		
ADITIVOS		
a) Os aditivos são analisados visualmente quanto a cor e a homogeneidade? (ABNT NBR 11768, 2011) () Processo realizado () Processo realizado parcialmente () Processo não realizado		
Observações:		
b) Cada lote de aditivos apresenta o seu certificado de análise e a Ficha de Emergência (FE)? (ABNT NBR 11768, 2011) () Processo realizado () Processo realizado parcialmente () Processo não realizado		
Observações:		
c) É feito o comparativo do lote aprovado com os novos lotes a fim de assegurar que sejam realmente iguais? (ABNT NBR 11768, 2011) () Processo realizado () Processo realizado parcialmente () Processo não realizado		
Observações:		

Checklist do controle de qualidade do concreto dosado em central		Data: ____/____/____
Empresa _____		
d) São armazenados na embalagem original ou em local que atenda os requisitos do fabricante? Os aditivos líquidos armazenados na embalagem original são homogeneizados diariamente e antes do uso? (ABNT NBR 12655, 2015)		
☐ Processo realizado	☐ Processo realizado parcialmente	☐ Processo não realizado
Observações:		
e) São identificados de forma a permitir a sua rastreabilidade? (ABNT NBR 12655, 2015)		
☐ Processo realizado	☐ Processo realizado parcialmente	☐ Processo não realizado
Observações:		
ADIÇÕES		
a) Cada lote de adições apresenta o seu certificado de análise? (ABNT NBR 12653, 2015; ABNT NBR 13956-1, 2012; ABNT NBR 15894-1, 2010)		
☐ Processo realizado	☐ Processo realizado parcialmente	☐ Processo não realizado
Observações:		
b) A adição apresenta informações como o nome, marca, fabricante, a massa líquida expressa em kg, a composição química, o prazo de validade e como deve ser o manuseio do produto? (ABNT NBR 12653, 2015; ABNT NBR 13956-1, 2012; ABNT NBR 15894-1, 2010)		
☐ Processo realizado	☐ Processo realizado parcialmente	☐ Processo não realizado
Observações:		

Checklist do controle de qualidade do concreto dosado em central		Data: __/__/__
Empresa _____		
c) São identificadas e armazenadas separadamente? São armazenadas em locais secos e isentos da ação do intemperismo? Estão sobre estrado ou palete de madeira? O empilhamento está em conformidade com o que determina o fabricante? (ABNT NBR 12653, 2015; ABNT NBR 13956-1, 2012; ABNT NBR 15894-1, 2010)		
() Processo realizado	() Processo realizado parcialmente	() Processo não realizado
Observações:		
ÁGUA		
a) No recebimento, a água é ensaiada quanto aos níveis de detergentes, cor, material sólido, odor, ácidos, matéria orgânica, cloretos, sulfatos, óleo e gordura? A água recuperada de processos de preparação do concreto, além dos ensaios citados, atende a quantidade adicional máxima de material sólido no concreto? Que deve ser menor que 1% da massa total de agregados contidos no mesmo. Observação: água de abastecimento público não precisa passar por esses ensaios. (ABNT NBR 15900-1, 2009)		
() Processo realizado	() Processo realizado parcialmente	() Processo não realizado
Observações:		
b) No armazenamento, a água é disposta em compartimento estanque e tampado para evitar a contaminação por substâncias prejudiciais ao concreto? (ABNT NBR 15900-1, 2009)		
() Processo realizado	() Processo realizado parcialmente	() Processo não realizado
Observações:		
DOSAGEM DO CONCRETO		
a) A variação máxima - 3% do valor nominal da massa do agregado ou 1% da capacidade máxima da balança, adotando o menor dos dois - ao final da pesagem dos agregados é obedecida? (ABNT NBR 7212, 2012)		
() Processo realizado	() Processo realizado parcialmente	() Processo não realizado
Observações:		

Checklist do controle de qualidade do concreto dosado em central		Data: ____/____/____
Empresa _____		
b) A variação máxima, ao final do carregamento do cimento, que depende da capacidade da balança, em valor absoluto, correspondente a 1% da capacidade da mesma, quando a massa de cimento utilizada na dosagem é igual ou superior a 30% dessa capacidade é obedecida? E se essa massa for inferior a 30% da capacidade, a variação máxima positiva de 4% do valor nominal da massa de cimento é obedecida? (ABNT NBR 7212, 2012)		
☐ Processo realizado	☐ Processo realizado parcialmente	☐ Processo não realizado
Observações:		
c) A variação máxima, ao final do carregamento da adição, que depende da capacidade da balança, em valor absoluto, correspondente a 1% da capacidade da mesma, quando a massa de adição utilizada na dosagem é igual ou superior a 30% dessa capacidade é obedecida? E se essa massa for inferior a 30% da capacidade, a variação máxima positiva de 4% do valor nominal da massa de adição é obedecida? (ABNT NBR 7212, 2012)		
☐ Processo realizado	☐ Processo realizado parcialmente	☐ Processo não realizado
Observações:		
d) O volume total de água apresenta uma variação máxima, em valor absoluto, de 3% em relação ao volume nominal? (ABNT NBR 7212, 2012)		
☐ Processo realizado	☐ Processo realizado parcialmente	☐ Processo não realizado
Observações:		
e) Na quantidade total de água, leva-se em consideração o volume de aditivo, a umidade do agregado miúdo e a água adicionada sobre a forma de gelo quando houver? (ABNT NBR 7212, 2012)		
☐ Processo realizado	☐ Processo realizado parcialmente	☐ Processo não realizado
Observações:		

Checklist do controle de qualidade do concreto dosado em central		Data: __/__/__
Empresa _____		
f) O volume total de aditivos apresenta uma variação máxima, em valor absoluto, de 5% da quantidade nominal? (ABNT NBR 7212, 2012)		
☐ Processo realizado	☐ Processo realizado parcialmente	☐ Processo não realizado
Observações:		
CALIBRAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS		
a) As balanças estão em conformidade com as definições do INMETRO? As centrais com célula de carga são calibradas no máximo a cada 6 meses? (PORTARIA 236, 1994; ABNT NBR 7212, 2012)		
☐ Processo realizado	☐ Processo realizado parcialmente	☐ Processo não realizado
Observações:		
b) Os dosadores volumétricos de água e aditivos são calibrados periodicamente, de forma a garantir que a diferença entre o volume nominal e o registrado seja igual ou inferior a 2% do primeiro? (ABNT NBR 7212, 2012)		
☐ Processo realizado	☐ Processo realizado parcialmente	☐ Processo não realizado
Observações:		
c) As centrais com transmissão mecânica são calibradas no máximo a cada 3 meses? (ABNT NBR 7212, 2012)		
☐ Processo realizado	☐ Processo realizado parcialmente	☐ Processo não realizado
Observações:		
MISTURA E TRANSPORTE DO CONCRETO		
a) A velocidade, a capacidade volumétrica e o número de rotações são obedecidos conforme especificações do equipamento? (ABNT NBR 7212, 2012)		
☐ Processo realizado	☐ Processo realizado parcialmente	☐ Processo não realizado
Observações:		

Checklist do controle de qualidade do concreto dosado em central		Data: ____/____/____
Empresa _____		
b) São verificadas a estanqueidade, a limpeza/aderência e o desgaste das pás do caminhão betoneira? (ABNT NBR 7212, 2012)		
☐ Processo realizado	☐ Processo realizado parcialmente	☐ Processo não realizado
Observações:		
c) O transporte do concreto obedece o período de tempo máximo quando for transportado em caminhão betoneira (90 minutos) ou em veículo desprovido de equipamento agitador mecânico (40 minutos)? (ABNT NBR 7212, 2012)		
☐ Processo realizado	☐ Processo realizado parcialmente	☐ Processo não realizado
Observações:		
CÁLCULO DO DESVIO-PADRÃO		
a) É realizada a análise estatística para determinar o desvio-padrão da central dosadora? Qual o valor? (ABNT NBR 7212, 2012)		
☐ Processo realizado	☐ Processo realizado parcialmente	☐ Processo não realizado
Observações:		

APÊNDICE B – Resultados

			Empresas				
			A	B	C	D	E
Agregados	1) Ensaios de distribuição granulométrica dos agregados miúdo e graúdo (ABNT NBR 7211, 2009)	Processo realizado					x
		Processo realizado parcialmente					
		Processo não realizado	x	x	x	x	
	2) Ensaios de torrões de argila e materiais friáveis e material pulverulento dos agregados miúdo e graúdo (ABNT NBR 7211, 2009)	Processo realizado					
		Processo realizado parcialmente					
		Processo não realizado	x	x	x	x	x
	3) Ensaios de materiais carbonosos - quando houver presença desses - dos agregados miúdo e graúdo (ABNT NBR 7211, 2009)	Processo realizado					
		Processo realizado parcialmente					
		Processo não realizado	x	x	x	x	x
	4) Ensaio de impurezas orgânicas do agregado miúdo (ABNT NBR 7211, 2009)	Processo realizado					
		Processo realizado parcialmente					
		Processo não realizado	x	x	x	x	x
	5) No armazenamento, os agregados são separados em função da granulometria? (ABNT NBR 12655, 2015)	Processo realizado	x		x	x	x
		Processo realizado parcialmente					
		Processo não realizado		x			
	6) Os agregados ficam sobre uma base que permite o escoamento da água livre? (ABNT NBR 12655, 2015)	Processo realizado					x
		Processo realizado parcialmente					
		Processo não realizado	x	x	x	x	
	7) O local onde são armazenados impede o contato com o solo ou com qualquer outro sólido e/ou líquido que possa prejudicar o concreto? (ABNT NBR 12655, 2015)	Processo realizado					x
		Processo realizado parcialmente					
		Processo não realizado	x	x	x	x	

			Empresas				
			A	B	C	D	E
Agregados	8) O ensaio de umidade do agregado miúdo é realizado diariamente? (ABNT NBR 7211, 2009)	Processo realizado		x	x	x	x
		Processo realizado parcialmente	x				
		Processo não realizado					
Cimento	1) Ensaio de perda ao fogo, resíduo insolúvel, finura e resistência à compressão ou apresenta certificado de análise (ABNT NBR 5732, 1991; ABNT NBR 5733, 1991; ABNT NBR 5735, 1991; ABNT NBR 5736, 1999; ABNT NBR 5737, 1992; ABNT NBR 11578, 1991; ABNT NBR 12989, 1993; ABNT NBR 13116, 1994)	Processo realizado	x	x	x	x	x
		Processo realizado parcialmente					
		Processo não realizado					
	2) O cimento a granel é armazenado em silo estanque contendo janela de inspeção, filtro para retenção da poeira, abertura de carga e descarga? (ABNT NBR 12655, 2015)	Processo realizado	x	x	x	x	x
		Processo realizado parcialmente					
		Processo não realizado					
	3) No armazenamento, o silo é identificado com a classe, marca e tipo do cimento nele contido? (ABNT NBR 12655, 2015)	Processo realizado		x	x	x	x
		Processo realizado parcialmente					
		Processo não realizado	x				
	4) O fluxo no interior do silo é desobstruído? (ABNT NBR 12655, 2015)	Processo realizado	x	x	x	x	x
		Processo realizado parcialmente					
		Processo não realizado					

			Empresas				
			A	B	C	D	E
Aditivos	1) São analisados visualmente quanto a cor e a homogeneidade? (ABNT NBR 11768, 2011)	Processo realizado	x	x	x		x
		Processo realizado parcialmente					
		Processo não realizado				x	
	2) Cada lote de aditivos apresenta o seu certificado de análise e a Ficha de Emergência (FE)? (ABNT NBR 11768, 2011)	Processo realizado	x	x	x	x	x
		Processo realizado parcialmente					
		Processo não realizado					
	3) É feito o comparativo do lote aprovado com os novos lotes a fim de assegurar que sejam realmente iguais? (ABNT NBR 11768, 2011)	Processo realizado	x	x	x		x
		Processo realizado parcialmente					
		Processo não realizado				x	
	4) São armazenados na embalagem original ou em local que atenda os requisitos do fabricante? (ABNT NBR 12655, 2015)	Processo realizado	x	x	x	x	x
		Processo realizado parcialmente					
		Processo não realizado					
	5) São homogeneizados diariamente e antes do uso? (ABNT NBR 12655, 2015)	Processo realizado		x	x		x
		Processo realizado parcialmente	x				
		Processo não realizado				x	
	6) São identificados de forma a permitir a sua rastreabilidade? (ABNT NBR 12655, 2015)	Processo realizado	x	x	x		x
		Processo realizado parcialmente					
		Processo não realizado				x	

		Empresas				
		A	B	C	D	E
Adições	1) Cada lote de adição apresenta o seu certificado de análise? (ABNT NBR 12653, 2015; ABNT NBR 13956-1, 2012; ABNT NBR 15894-1, 2010)	Processo realizado	x			
		Processo realizado parcialmente				
		Processo não realizado				
	2) Apresentam identificação e como deve ser o seu manuseio? (ABNT NBR 12653, 2015; ABNT NBR 13956-1, 2012; ABNT NBR 15894-1, 2010)	Processo realizado				
		Processo realizado parcialmente				
		Processo não realizado	x			
	3) São identificadas e armazenadas separadamente? (ABNT NBR 12653, 2015; ABNT NBR 13956-1, 2012; ABNT NBR 15894-1, 2010)	Processo realizado				
		Processo realizado parcialmente				
		Processo não realizado	x			
	4) São armazenadas em locais secos e isentos da ação do intemperismo? (ABNT NBR 12653, 2015; ABNT NBR 13956-1, 2012; ABNT NBR 15894-1, 2010)	Processo realizado				
		Processo realizado parcialmente	x			
		Processo não realizado				
	5) Estão sobre estrado ou palete de madeira? (ABNT NBR 12653, 2015; ABNT NBR 13956-1, 2012; ABNT NBR 15894-1, 2010)	Processo realizado	x			
		Processo realizado parcialmente				
		Processo não realizado				
	6) O empilhamento está em conformidade com o que determina o fabricante? (ABNT NBR 12653, 2015; ABNT NBR 13956-1, 2012; ABNT NBR 15894-1, 2010)	Processo realizado	x			
		Processo realizado parcialmente				
		Processo não realizado				

			Empresas				
			A	B	C	D	E
Água	1) É ensaiada quanto aos níveis de detergentes, cor, material sólido, odor, ácidos, matéria orgânica, cloretos, sulfatos, óleo e gordura? A água recuperada de processos de preparação do concreto atende a quantidade adicional máxima de material sólido no concreto? (ABNT NBR 15900-1, 2009)	Processo realizado					
		Processo realizado parcialmente					
		Processo não realizado	x	x	x	x	x
	2) É disposta em compartimento estanque e tampado para evitar a contaminação por substâncias prejudiciais ao concreto? (ABNT NBR 15900-1, 2009)	Processo realizado	x	x	x		x
		Processo realizado parcialmente					
		Processo não realizado				x	
Dosagem do concreto	1) Variação máxima na pesagem dos agregados é obedecida? (ABNT NBR 7212, 2012)	Processo realizado	x	x	x	x	x
		Processo realizado parcialmente					
		Processo não realizado					
	2) Variação máxima na pesagem do cimento é obedecida? (ABNT NBR 7212, 2012)	Processo realizado	x	x	x	x	x
		Processo realizado parcialmente					
		Processo não realizado					
	3) A variação máxima do volume total de água é obedecida? (ABNT NBR 7212, 2012)	Processo realizado	x	x	x		x
		Processo realizado parcialmente					
		Processo não realizado				x	
	4) A variação máxima do volume total de aditivo é obedecida? (ABNT NBR 7212, 2012)	Processo realizado	x	x	x	x	x
		Processo realizado parcialmente					
		Processo não realizado					

			Empresas				
			A	B	C	D	E
Dosagem do concreto	5) Na quantidade total de água, leva-se em consideração o volume de aditivo, a umidade dos agregados e a água adicionada sobre a forma de gelo quando houver? (ABNT NBR 7212, 2012)	Processo realizado		x	x	x	x
		Processo realizado parcialmente	x				
		Processo não realizado					
Calibração dos equipamentos	1) As balanças estão em conformidade com as definições do INMETRO? As centrais com célula de carga são calibradas no máximo a cada 6 meses? (PORTARIA 236, 1994; ABNT NBR 7212, 2012)	Processo realizado	x	x			x
		Processo realizado parcialmente					
		Processo não realizado			x	x	
	2) O dosador volumétrico de água é calibrado periodicamente? (ABNT NBR 7212, 2012)	Processo realizado	x	x	x		x
		Processo realizado parcialmente					
		Processo não realizado				x	
	3) O dosador volumétrico de aditivo é calibrado periodicamente? (ABNT NBR 7212, 2012)	Processo realizado	x	x	x	x	x
		Processo realizado parcialmente					
		Processo não realizado					
Mistura e transporte	1) A velocidade e o número de rotações são obedecidos conforme especificações do equipamento? (ABNT NBR 7212, 2012)	Processo realizado	x	x	x	x	x
		Processo realizado parcialmente					
		Processo não realizado					
	2) A capacidade volumétrica é obedecida conforme especificações do equipamento? (ABNT NBR 7212, 2012)	Processo realizado	x	x	x	x	x
		Processo realizado parcialmente					
		Processo não realizado					

			Empresas				
			A	B	C	D	E
Mistura e transporte	3) São verificadas a estanqueidade, a limpeza/aderência e o desgaste das pás do caminhão betoneira? (ABNT NBR 7212, 2012)	Processo realizado	x	x	x	x	x
		Processo realizado parcialmente					
		Processo não realizado					
	4) O tempo máximo de transporte é obedecido? (ABNT NBR 7212, 2012)	Processo realizado	x	x	x	x	x
		Processo realizado parcialmente					
		Processo não realizado					
Desvio-padrão	1) É realizada a análise estatística para determinar o desvio-padrão da central dosadora? (ABNT NBR 7212, 2012)	Processo realizado	x	x			x
		Processo realizado parcialmente					
		Processo não realizado			x	x	