



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS PROFESSORA MARIA DA PENHA
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

JEFERSON DA SILVA TRIGUEIRO

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO CONCRETO PRODUZIDO EM
OBRAS DE PEQUENO PORTE**

ARARUNA – PB

2018

JEFERSON DA SILVA TRIGUEIRO

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO CONCRETO PRODUZIDO EM
OBRAS DE PEQUENO PORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharelado em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção civil

Orientador: Prof. Marinaldo dos Santos Júnior.

ARARUNA – PB

2018

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

T828a Trigueiro, Jeferson da Silva.
Avaliação da qualidade do concreto produzido em obras de pequeno porte [manuscrito] : / Jeferson da Silva Trigueiro. - 2018.
36 p. : il. colorido.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde , 2018.
"Orientação : Prof. Esp. Marinaldo dos Santos Junior , Coordenação do Curso de Engenharia Civil - CCTS."
1. Araruna - PB. 2. Concreto. 3. Controle Tecnológico.
21. ed. CDD 624.183 4

JEFERSON DA SILVA TRIGUEIRO

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO CONCRETO PRODUZIDO EM
OBRAS DE PEQUENO PORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharelado em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção civil

Aprovada em: 20 / 06 / 2018.

BANDA EXAMINADORA

Marinaldo dos Santos Júnior

Prof. Marinaldo dos Santos Junior (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB



Prof. Dsc. Daniel da Cunha Campos
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB



Prof. Me. Leonardo Medeiros da Costa
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB

Aos meus pais, Aldeir e Geane, por tudo o que passaram e por tudo o que fizeram, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo conforto dado nos momentos difíceis. Por ter me fornecido a habilidade da paciência e do otimismo. Por sempre abençoar minha família, e por ela ter me dado.

À minha Mãe Geane, pela educação que me deu, pela sua preocupação, afeto e proteção.

A meu pai Aldeir, por ensinar o certo e o errado, por sua bondade no coração, pela dedicação que sempre teve a sua família.

A Erycleuson Araújo, Larissa Lacerda, Maria Alice, Raphaella Ferreira, Thais Sousa e Willian Cruz, por sempre estarem comigo.

À Alanne Ferreira, Diego Martins, Heloisa Nóbrega e Mariana de Lucena, por tudo que vivemos e compartilhamos nesses últimos anos. Amo vocês.

A Caison Matheus (que me ajudou, mesmo sem saber ou perceber), Daniel Costa, Nilo de Assis e Vitória Ciraulo, pelos laços que foram perpetuados.

A todos os amigos que fiz na Empresa Júnior. Vocês são incríveis. Em especial ao meu amigo Lucas Delfino, pela sua lealdade e sua confiabilidade.

Aos colegas de turma, pelos momentos vividos e lições aprendidas.

Aos amigos com laços de menor intensidade, mas que sempre terão um pedacinho do meu coração.

À professora Maria das Vitórias do Nascimento, pelas oportunidades dadas.

Ao técnico do Laboratório de Geotecnia do Campus VIII, Divaldo Andrade de Lima Filho, pelo suporte dado na coleta dos dados e pela confiança em mim depositada. Você tem o meu sincero respeito.

Ao querido professor Marinado dos Santos Júnior. Simplesmente por ser o humano que é. Por ter ido além. Por ser o profissional que é. Por ser prestativo, atencioso e verdadeiro.

A Thamyres Vieira Lima, minha amiga, namorada e futura esposa, por simplesmente existir.

“Sucesso não tem nada a ver com o dinheiro que você ganha.
Tem a ver com a diferença que você faz na vida das pessoas.”

Michelle Obama

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	8
2.	OBJETIVOS	9
2.1.	Objetivo geral	9
2.2.	Objetivos específicos	9
3.	METODOLOGIA	10
3.1.	Classificação das obras	10
3.2.	Cronogramas	11
3.2.1.	Coleta de dados	11
3.2.2.	Ensaio de resistência à compressão	11
3.3.	Análise quantitativa	12
3.4.	Análise qualitativa	12
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	12
4.1.	Características das obras	12
4.2.	Análise qualitativa	14
4.3.	Análise quantitativa	19
4.4.	Nível tecnológico x resistência à compressão	24
4.4.1.	Relatórios de ensaio de corpos de prova	24
5.	CONCLUSÃO	28
	REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
	APÊNDICE A – Ficha técnica de prospecção de obras	32
	APÊNDICE B – Classificação quanto à ocupação, altura e controle tecnológico	34
	APÊNDICE C – Ensaio de resistência à compressão	36

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO CONCRETO PRODUZIDO EM OBRAS DE PEQUENO PORTE

Jeferson da Silva Trigueiro*

RESUMO

O concreto é um material vulnerável às condições que lhe são impostas em sua cadeia de produção, seja pela heterogeneidade e qualidade dos materiais utilizados, ou pelo processo produtivo empregado na sua fabricação, ou ainda pela rigorosidade no manuseio dos seus insumos. Em locais com baixo nível social e carentes de fiscalização dos órgãos competentes, como pequenas cidades e comunidades de grandes capitais, o concreto é preparado sem utilização de nenhum amparo técnico ou cuidado em atender as normas vigentes. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade do concreto produzido em pequenas obras do município de Araruna – PB, segundo a NBR 12655:2015. Foram coletados 8 pares de corpos de prova em 6 obras do município de Araruna – PB para realização do ensaio de resistência à compressão, determinou-se a consistência do concreto pelo abatimento do tronco de cone, e também, o traço utilizado. Foram adquiridos dados de resistência à compressão e abatimento do concreto de três obras do município de João Pessoa – PB. O traço de concreto das obras de Araruna – PB não é dimensionado, ficando a critério do empirismo dos pedreiros. Observou-se que as obras de Araruna – PB são gerenciadas por profissionais não habilitados, não possuindo nenhum responsável técnico. Em todas as obras estudadas no município de Araruna – PB verificou-se o armazenamento inadequado dos materiais. A água utilizada na produção do concreto é de poço, com histórico de salinidade. A água é usada abundantemente, tendo como critério de parada a alta trabalhabilidade. A medição dos materiais não segue nenhum padrão específico, tendo os carrinhos de mão preenchidos a gosto dos operários, sofrendo variabilidade significativa de volume. Nenhum dos exemplares das obras estudadas atingiu a resistência à compressão mínima de 20 MPa, prescrita pela NBR 6118/14. O maior e menor valor de resistência à compressão foram de 19,54 MPa e 6,51 MPa, respectivamente. O abatimento médio foi de $21,8 \pm 1,69$ cm, constatando o uso de grande quantidade de água de amassamento. O concreto é altamente permeável, ultrapassando o limite máximo permitido da relação a/c, presente na NBR 6118/14, fixado em 0,65. De modo geral, os traços das obras estudadas são pobres em cimento, contendo grande quantidade de areia e brita. O traço com menor resistência a compressão (6,51 MPa), foi o da obra 5 (1 : 5,74 : 6,88), com relação a/c 0,96. Pôde-se confirmar, através dos dados das obras de João Pessoa, que nem todo o concreto que chega aos canteiros atingem a resistência à compressão preconizada. Verificou-se a discrepância da qualidade do concreto, quando aplicados níveis diferentes de controle tecnológico.

Palavras-chave: concreto, controle tecnológico, Araruna – PB.

*Aluno de Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual da Paraíba – Campus VIII.

E-mail: jeferson_trigueiro@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O uso do concreto na indústria da construção civil já é consolidado. Devido a fácil obtenção dos materiais que o compõe e também seus baixos custos – além de sua trabalhabilidade, resistência ao fogo, agentes atmosféricos e desgaste mecânico – o concreto pode ser encontrado nos mais variados tipos de construções, lugares do mundo e níveis sociais, independentemente do padrão tecnológico empregado.

Em locais com baixo nível social e carentes de fiscalização dos órgãos competentes, como pequenas cidades e comunidades de grandes capitais, o concreto é preparado sem utilização de nenhum amparo técnico ou cuidado em atender as normas vigentes. Seu uso é totalmente atrelado ao empirismo dos pedreiros e mestres de obras, que “dimensionam” o traço com base em suas experiências vividas e na sua intuição. Selegin (2013), afirma que a dosagem está intimamente ligada às questões de variabilidade da resistência do concreto. Ou seja, cada traço, por mínimo que seja a sua alteração, acarreta em mudanças no desvio padrão de dosagem. Então, observando esse comportamento, foi possível compreender que a resistência poderia ser convencionalizada a um valor desejado. Portando, sabendo que este comportamento é previsível, a utilização de composições arbitrárias é inapropriada.

Conforme trabalho desenvolvido por Barbosa e Bastos (2008), em Bauru/SP, o concreto produzido nas obras de pequeno porte da cidade é inadequado, não atendendo ao mínimo de 20 MPa exigido pela NBR 6118/14, em alguns casos chegando a apresentar resistência características nulas, devido à baixa resistência de dosagem.

O concreto é um material vulnerável às condições que lhe são impostas em sua cadeia de produção, seja pela heterogeneidade e qualidade dos materiais utilizados, ou pelo processo produtivo empregado na sua fabricação, ou ainda pela rigorosidade no manuseio dos seus insumos. Para José Milton (2014), fatores como o consumo de cimento e água da mistura, o grau de adensamento, os tipos de agregados e aditivos, são importantíssimos. Quanto maior for o consumo de cimento, e menor for a relação água-cimento, maior é a resistência do concreto à compressão. A relação a/c – água cimento – determina a porosidade da pasta de cimento endurecida e, portanto, influência nas propriedades mecânicas do concreto.

De acordo com Barbosa e Bastos (2008), os pedreiros preferem trabalhar com concretos de alta fluidez, evitando assim, o surgimento de nichos de concretagem (bicheiras). A trabalhabilidade dessas misturas auxilia na moldagem dos pilaretes e vigas estreitos, envolvendo as barras da armadura facilmente. Contudo, isso é obtido com adição de grande quantidade de água que, conseqüentemente, produz concretos de baixa resistência e alta porosidade.

Em algum momento de sua execução, na natureza de sua informalidade, as obras de pequeno porte de grandes centros também produzem o seu próprio concreto. Para Barbosa e Bastos (2008), mesmo com a disponibilidade e possibilidade de uso do concreto usinado nas grandes cidades, as obras de pequeno porte não empregam essa tecnologia em toda a edificação. No sistema construtivo empregado, a alvenaria é feita antes da concretagem dos elementos da superestrutura, e os pilaretes – pilares abafados e concretados junto à alvenaria – consomem

pequena quantidade de concreto, sendo produzido na própria obra. Apenas estacas escavadas, vigas e lajes recebem concreto de centrais dosadoras, com consumo máximo de 3 m³.

De forma mais acentuada, o uso de Centrais Dosadoras de Concreto é muito empregado em grandes obras, que necessitam de grande volume de concreto. Essas obras são gerenciadas por grandes empresas e tendem a seguir um controle tecnológico rigoroso, buscando se enquadrar em certificações importantes, como a ISO 9001. Para Selegin (2013), devido ao crescimento da indústria da construção civil e desenvolvimento de processos eficientes, as empresas do ramo passaram a introduzir em sua metodologia o uso cotidiano do concreto usinado, produzido por Centrais Dosadoras de Concreto – CDC, com a finalidade de sobreviver em um mercado competitivo. Para essas empresas, a conquista de certificação de qualidade e excelência em seus processos produtivos é fundamental para se manterem em um patamar de destaque.

Paradoxalmente, em obras gerenciadas por responsável técnico, em certos momentos, também acontecem negligências. Segundo a TÊCHNE (2009), não obstante à sua larga utilização, concretos que chegam aos canteiros de obras do Brasil nem sempre atingem a resistência preconizada no projeto estrutural.

O concreto é um material relativamente novo. Embora já se tenha certo conhecimento sobre essa tecnologia, muitos estudos estão sendo desenvolvidos, principalmente no que diz respeito à sua durabilidade. Fica claro então, que além das negligências e falta de fiscalização, o desconhecimento dos profissionais da área sobre esse material ainda é significativo. Neste quadro, não se exclui o município de Araruna – PB.

Analisando o cenário apresentado, o presente trabalho teve por objetivo avaliar em que condições o concreto das pequenas obras do município de Araruna – PB está sendo produzido, e se atende aos requisitos mínimos das normas vigentes. Esses dados serão comparados com os dados obtidos em obras de médio e grande porte, da cidade de João Pessoa – PB, gerando maior número de informações sobre o concreto produzido sob diferentes níveis de tecnologia.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade do concreto produzido em pequenas obras do município de Araruna – PB, segundo NBR 12655/15.

2.2. Objetivos específicos

- Coletar corpos de prova para realização do ensaio de resistência à compressão, de acordo com a NBR 5739/18;
- Determinar a consistência pelo abatimento do tronco de cone, conforme NBR NM 67/98;
- Estimar o traço usado em cada obra, utilizando recipiente com volume de 13 litros;

- Coletar informações, com uso de ficha técnica (APÊNDICE A), sobre o controle tecnológico do concreto como armazenamento, medição dos materiais, mistura, etc.,
- Coletar informações sobre resistência à compressão e abatimento, em obras do município de João Pessoa – PB, que tenham controle tecnológico do concreto.
- Comparar os resultados entre as obras de Araruna – PB e João Pessoa – PB, evidenciando as possíveis discrepâncias de resultados;
- Evidenciar a proporcionalidade entre o uso responsável do concreto e a durabilidade das estruturas.
- Contribuir para a disseminação do uso responsável do concreto.

3. METODOLOGIA

O município de Araruna – PB, com área de 245,723 km², está localizado na Microrregião do Curimataú Oriental e na Mesorregião Agreste Paraibano do Estado da Paraíba, abriga, segundo dados do IBGE (2010) uma população de 18.879 habitantes.

Em Araruna, assim como em outras pequenas cidades do Brasil, não existe fiscalização rigorosa, muitas das edificações são construídas com uma superestrutura sem elementos bem definidos, e quando possuem, o concreto nelas empregado se enquadram no contexto apresentado. Além de abrigar seus habitantes, a cidade também acolhe toda a comunidade acadêmica do Campus VIII da UEPB, nela sediada. Por isso, o município é objeto de estudo desse trabalho.

O foco da pesquisa foram as obras de pequeno porte da cidade de Araruna – PB, essencialmente as do tipo residencial. O processo de pesquisa empregado é do tipo descritivo. Para Triniños (1987), a pesquisa descritiva procura relatar os fatos e fenômenos de determinada realidade. Portanto, para o tema em questão, esse tipo de pesquisa se enquadra perfeitamente, elucidando de maneira concisa, o atual cenário apresentado na cidade de Araruna – PB.

Foi utilizada uma abordagem quali-quantitativa. Além da quantidade de amostras analisadas, foram observados todos os processos envolvidos no modo como o concreto era produzido. Questões como armazenamento, tratamento, mistura, preparo, transporte, lançamento, adensamento e cura compõem o grupo de requisitos para se obter um concreto saudável, de qualidade e com durabilidade.

O procedimento adotado foi a da Pesquisa de Campo. A coleta de dados foi praticada fazendo-se a moldagem de corpos de prova para realização do ensaio de resistência à compressão, fazendo-se a determinação da consistência do concreto pelo abatimento do tronco de cone, determinação do traço utilizado por meio de recipiente com volumetria conhecida, e também, através de preenchimento de ficha técnica de prospecção de obras (APÊNDICE A).

3.1. Classificação das obras

Para este trabalho elaborou-se uma classificação própria para se definir os termos pequena, média e grandes obras, tomando como base a norma técnica nº 004/2013 do Corpo de Bombeiros Militar do Estado da Paraíba – CBMPB, quanto a natureza de sua ocupação, altura,

além de outros fatores não inclusos nesta norma. A classificação está exposta no APÊNDICE B.

3.2.Cronogramas

Os cronogramas definidos, para a coleta dos dados e rompimento dos corpos de prova, estão apresentados a seguir.

3.2.1. Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada em duas etapas – uma etapa dedicada ao município de Araruna – PB entre os dias 11 e 16 de maio de 2018 e outra, no município de João Pessoa – PB, entre os dias 17 e 21 de maio de 2018.

Determinou-se a consistência pelo abatimento do tronco de cone, e em seguida, da mesma amassada, moldou-se os corpos de prova. Logo após, mediu-se o traço utilizado e preencheu-se a ficha técnica. Todo o procedimento foi executado interferindo o mínimo possível na execução das atividades na obra.

Para determinar o traço, mediu-se a areia, brita e água em volume, em recipiente plástico de 13 litros (Figura 1) e o cimento em quilogramas.

Figura 1 – Recipiente de 13 litros para medição do traço



Fonte: Próprio autor.

3.2.2. Ensaio de resistência à compressão

O rompimento dos corpos de prova, foi feito de acordo com norma ABNT NBR 5739/18, para a idade mínima de 28 dias, considerando a data de moldagem dos corpos de prova. Alguns corpos de prova foram rompidos com a idade de 29 e 30 dias.

O rompimento dos corpos de prova foi realizado no Complexo Laboratorial de Engenharia Civil, UNIPÊ, localizado na cidade de João Pessoa – PB.

3.3. Análise quantitativa

O intuito do uso dessa abordagem foi adquirir uma quantidade de dados significativa que, embora pequena, fosse suficiente para representar a atual situação da produção de concreto em pequenas obras do município de Araruna – PB.

No total, foram moldados 8 (oito) pares de corpos de prova cilíndricos de 10x20 cm (NBR 5738/16), em 6 obras da cidade de Araruna. Além da moldagem dos corpos de prova, também se determinou a consistência pelo abatimento do tronco de cone (NBR NM 67/98). Foram coletadas amostras de todas as obras em fase de execução na cidade, exceto aquelas que não possuem sistema estrutural definido. Também foram coletados dados em 3 obras no município de João Pessoa – PB, por meio de relatórios referentes à última concretagem, para via de comparação. Por questões comerciais e éticas, a localização exata das edificações foi preservada.

3.4. Análise qualitativa

O uso dessa abordagem foi imprescindível para corroborar com a problemática apresentada inicialmente. Para essa análise foram observadas questões sobre toda a produção do concreto como o armazenamento dos materiais, definição do traço usado, local de preparo, mistura do concreto, transporte, lançamento, adensamento e cura.

O intuito foi registrar os procedimentos adotados em cada obra, constatando o uso de práticas diferentes das preconizadas pelas normas vigentes. A coleta dessas informações foi realizada por meio de uma ficha técnica (APÊNDICE A).

De maneira geral, sabendo das práticas adotadas nas obras de pequeno porte, devido à natureza de sua informalidade e da capacidade técnica dos profissionais nelas atuantes, buscou-se evidenciar a relação entre os resultados obtidos e a forma como o concreto é produzido, refletindo diretamente sobre a sua resistência à compressão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A apresentação dos resultados e discussão é compreendida de quatro etapas. A primeira etapa apresenta a caracterização das obras estudadas. A segunda etapa se refere aos dados coletados com a ficha técnica, dando ênfase a análise qualitativa. Na terceira etapa foram apresentados os dados dos ensaios de resistência à compressão, abatimento pelo tronco de cone e os traços usados em cada obra, dando ênfase a análise quantitativa. Na quarta etapa, foi feita a comparação entre os dados obtidos nas obras em Araruna – PB e em João Pessoa – PB, evidenciando a disparidade dos resultados obtidos, na medida em que se emprega níveis diferentes de controle tecnológico.

4.1. Características das obras

Segundo classificação própria (APÊNDICE B), as obras estudadas em Araruna – PB possuem as características descritas abaixo (Tabela 1).

Tabela 1 – Classificação quanto a natureza de ocupação e altura

Obra	Quanto à ocupação			Quanto à altura	
	Ocupação	Divisão	Tipo	Denominação	Altura
1	Residencial	A-2	III	Baixa-média	9 m
2	Residencial	A-1	I	Edificação térrea	Um pavimento
3	Residencial	A-2	III	Baixa-média	12 m
4	Residencial	A-2	II	Baixa	6 m
5	Residencial	A-2	III	Baixa-média	9 m
6	Residencial	A-2	III	Baixa-média	9 m

Fonte: Próprio autor.

As obras possuem de 2 a 5 colaboradores, quantidade diretamente proporcional ao tipo da edificação. Nenhuma delas possuía responsável técnico habilitado, embora todas possuam projeto arquitetônico e a obra 4 possua projeto estrutural. Das 6 obras avaliadas, apenas duas receberam visita de órgão competente – CREA ou Prefeitura.

As obras utilizam o sistema tradicional de concretagem de pequenas obras, preenchendo os pilares à medida que se eleva a alvenaria. Uma vez que as vigas são concretadas sobre a alvenaria, não se tem o cuidado em evitar o carregamento das alvenarias pelas vigas. Algumas obras utilizavam como viga ou cinta de amarração superior, elementos pré-moldados (Figura 2).

Figura 2 – Canaleta pré-moldada



Fonte: <http://www.comercialmunhoz.com.br/produtos/canaleta-de-concreto/>

É válido ressaltar que foram coletados dados em todas as obras em execução na cidade de Araruna – PB, nos dias apresentados no item 3.2, denominado Cronogramas, que utilizaram concreto. Existiam obras em execução, que não foi possível aplicar a metodologia desse trabalho, uma vez que essas obras não apresentavam sistema estrutural definido – sapatas, pilares e vigas – sendo executadas apenas com bloco convencional de 8 furos, não havendo produção de concreto.

Quanto ao controle tecnológico abordado no Apêndice B, as obras estudadas são gerenciadas por profissional não habilitado (pedreiro); apesar de possuir projetos, não possuem nenhum responsável técnico; o traço não é dimensionado, ficando à critério do empirismo dos pedreiros; e como é de se esperar, não existe nenhum tipo de controle tecnológico, como a execução do ensaio de resistência à compressão, por exemplo.

Considerando as informações do parágrafo anterior, a Tabela 1 e o Apêndice B, todas as obras estudadas no município de Araruna – PB, foram classificadas como “Pequenas Obras”.

4.2. Análise qualitativa

A resistência à compressão não é a única característica que traduz a qualidade do concreto. Todo o processo produtivo desse material diz muito sobre o nível de controle empregado, desde a escolha dos insumos até a cura.

Exceto a obra 2, que utilizou cimento CP II Z 32, todas as outras utilizaram cimento CP II Z 32 – RS. O cimento CP II Z é recomendado para aplicação em obras subterrâneas, marítimas e com presença de água, pré-moldados e concreto protendido. Este tipo de cimento possui adição de material pozzolânico, que confere menor permeabilidade à pasta da mistura. Além de ser do tipo Z, o cimento usado nas obras de Araruna – PB possui uma maior resistência ao ataque de sulfatos (RS), sendo recomendado para uso em rede de esgotos, água do mar ou ambientes que possuam algum tipo de agente agressivo.

Para as obras de Araruna – PB, uma vez empregado um melhor controle na produção do concreto, seria mais indicado o uso do cimento do tipo CP II 32 F, já que a cidade se localiza em uma região serrana, distante do litoral e com baixa população automobilística, não apresentando agentes agressivos significativos. Devido a adição de filer, esse tipo de cimento proporciona melhor trabalhabilidade, atendendo à necessidade dos pedreiros por concretos mais fluidos. Porém, tendo em vista o baixo nível de controle tecnológico empregado na execução do concreto, esse tipo de cimento pode ajudar a melhorar as condições finais das estruturas, aumentando a proteção contra corrosão das armaduras, visto que o concreto é altamente permeável, devido à grande quantidade de água adicionada.

Em todas as obras verificou-se o armazenamento inadequado dos materiais. Quanto ao armazenamento do cimento (Figura 3) constatou-se a não obediência ao item 5.3.1 da NBR 12655/15. O cimento deve estar sobre paletes de madeira 10 cm acima do nível do chão, em ambientes fechados, distanciados da parede 10 cm. Esse comportamento foi percebido em todas as obras avaliadas.

Figura 3 – Armazenamento do cimento nas obras estudadas



Fonte: Próprio autor.

Quanto ao armazenamento dos agregados, não se respeita o item 5.3.2 da NBR 12655/15. Em algumas obras, os agregados são armazenados tendo contato físico uns com os outros e/ou são depositados sobre o solo. A situação apresentada na Figura 4 é corriqueira, e foi encontrada em todas as obras.

Figura 4 – Armazenamento dos agregados



Fonte: Próprio autor.

Além da falta de cuidado com o armazenamento, não se respeita o item 5.1.1.2 da NBR 12655/15, que se refere a especificação dos agregados. “O controle tecnológico dos materiais componentes do concreto deve ser realizado de acordo com o que define a ABNT NBR 12654.” Assim como apresentado na Figura 4, em algumas obras, o agregado tido como miúdo, não apresentava, visualmente, aspecto de areia, possuindo grãos superiores a 4,8 mm, conforme NBR 7217/03.

Na obra 4, a areia não é peneirada, mesmo apresentando sinais de contaminação – galhos, folhas, plástico. Nas demais obras a areia foi peneirada. Em todas as obras, o agregado graúdo apresentava sinais de contaminação como plásticos, galhos, pedaços de bloco e EPS. Esses materiais só eram retirados da amassada quando percebidos.

A água não possui qualidade idônea. Apenas uma das obras utiliza água do sistema público de abastecimento. As demais utilizaram água de poço, que possuem histórico de alta salinidade. Segundo o Projeto de Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea – Diagnóstico do município de Araruna – do ano de 2005, dos 43 poços analisados, apenas 1 não possuía água salobra ou salina. Segundo o artigo “Análise dos Pontos de Abastecimento de Águas Subterrâneas no Município de Araruna”, de 2016, já são 85 poços em funcionamento. Com relação a cloretos, deve-se obedecer aos limites máximos expostos na Tabela 5 do item 5.2.2.4 da NBR 12655/15.

A medição dos materiais não segue nenhum padrão específico. Os carrinhos de mão eram preenchidos a gosto dos operários, sofrendo grande variabilidade, sendo o controle feito apenas visualmente. Eram usados normalmente 2 carrinhos de areia, e 1,5 carrinho de brita.

A água é usada abundantemente tendo como critério de parada a percepção visual. Os operários preferem um concreto mais fluido, facilitando o preenchimento das formas. Isso

produz concretos com abatimento alto, como será apresentado adiante, com alto índice de porosidade e baixa resistência. Intuitivamente, quando a areia estava molhada, os operários colocam menos água na amassada. Uma forma adequada de se fazer a correção de umidade é pelo método da frigideira, processo simples adaptado às condições do dia a dia das obras.

A mistura dos componentes do concreto é inadequada. Em duas das obras a mistura foi feita sobre o solo (Figura 5). Um fato curioso é que nas demais obras, mesmo havendo a presença de betoneira, os componentes do concreto eram pré-misturados sobre o solo e depois colocados dentro da betoneira. Esse tipo de mistura sujeita o concreto a contaminações do solo, além da perda de umidade.

Figura 5 – Mistura dos componentes do concreto



Fonte: Próprio autor.

Quando se usava betoneira, não se seguia a sequência adequada de mistura dos componentes do concreto. Sabe-se que a sequência de adição dos componentes no preparo interfere na homogeneidade e no desempenho do traço de concreto. Segundo artigo publicado no site da Votorantim Cimentos, um concreto mal misturado pode causar a perda e a variação de desempenho e trabalhabilidade, bem como o consumo excessivo de cimento. Uma sequência bastante utilizada é sequência PACAAA: pedra-água-cimento-água-areia-água-aditivo.

Um fenômeno bastante comum que aconteceu com o concreto das obras em estudo foi a exsudação excessiva. Esse fenômeno é agravado devido à grande quantidade de água de amassamento. Durante o transporte do concreto, do local de produção até o local de concretagem, esse processo iniciava-se rapidamente. A exsudação é um processo natural e benéfico até certos limites, porém, em quantidades excessivas, diminui drasticamente a resistência e durabilidade do concreto.

Embora os pedreiros prefiram o concreto com grande quantidade de água para facilitar o preenchimento das formas, quando não tomado os devidos cuidados durante o lançamento, existe ainda a possibilidade de haver a segregação dos componentes do concreto. Nas obras

estudadas, principalmente nos pilaretes, o concreto foi lançado a mais de 2 metros de altura, sem uso de nenhum tipo de dispositivo que conduzisse o concreto. A Figura 6 demonstra a consequência da falta de cuidado durante o lançamento do concreto.

Figura 6 – Segregação dos componentes do concreto



Fonte: Próprio autor.

Para evitar esse tipo de problema pode-se utilizar funis, calhas e trombas, para conduzir o concreto. Além disso, pode-se fazer o lançamento inicial de argamassa com composição igual à da argamassa do concreto estrutural.

O adensamento do concreto nessas obras é do tipo manual, onde os pedreiros utilizavam a própria colher, martelos ou similares, para vibrar as formas. Um hábito comum e errôneo observado, foi a vibração das armaduras. Esse tipo de prática produz vazios ao redor da armadura, contribuindo para a redução da aderência.

Outra prática bastante comum, indireta, mas inerente ao processo, é a má execução das fôrmas. Fôrmas com estanqueidade deficiente, facilitam a fuga da pasta do cimento. Esse fenômeno contribui para o aumento da porosidade do concreto, diminuindo sua resistência à compressão e contribuindo para o surgimento de nichos de concretagem.

Nas obras em estudo, a cura foi feita, em suma, apenas para lajes. Segundo os dados obtidos com a ficha técnica, joga-se água sobre as lajes, em média, durante 5 dias após a concretagem, valor insuficiente devido à grande quantidade de água de amassamento utilizada. O período de cura necessário na prática não pode ser prescrito de um modo simples: os fatores relevantes compreendem a severidade das condições de secagem e os requisitos esperados de durabilidade. Porém, sabendo-se que as condições de produção do concreto nessas obras são precárias, dever-se-ia ter, pelo menos, um cuidado maior com o processo de cura. Na obra 1, com menos de 24 horas de concretagem, retirou-se todas as formas das vigas, expondo as suas superfícies, favorecendo a evaporação da água de hidratação – sabe-se que manter as fôrmas nos elementos é uma das formas de se fazer a cura.

“O efeito de uma cura inadequada sobre a resistência é maior com relações água/cimento elevadas. A cura feita de maneira displicente afeta o aumento gradual da resistência do concreto enquanto os compostos C-S-H (silicatos de cálcio hidratados) estão sendo formados e possibilita a retração plástica do concreto.” (NICOLA, 2010)

Na obra 6, observou-se a utilização de aditivo impermeabilizante para concretos e argamassas (Figura 7). Uma curiosidade é que o aditivo foi utilizado não apenas em elementos que são frequentemente expostos à umidade como lajes e pisos, mas também, nas vigas e pilares. Embora não seja necessário a utilização nesses elementos, devido à alta permeabilidade do concreto, é recomendável a sua aplicação, prevenindo o ataque dos agentes corrosivos à armadura.

Figura 7 – Aditivo impermeabilizante utilizado na obra 6



Fonte: Próprio autor.

No uso do aditivo respeitou-se as práticas recomendadas pela NBR 12655/15. Contudo, nessa obra, o concreto foi misturado manualmente, sobre piso inadequado. Essa prática leva a uma má homogeneização do aditivo na amassada e possibilidade de absorção pelo solo.

Analisando tudo o que foi abordado até aqui, devido às más condições em que o concreto foi exposto durante todas as suas etapas de manejo, operação e aplicação, sendo completamente desrespeitadas todas as recomendações, prescrições e exigências presentes nas normas em vigor, pode-se esperar que o resultado do ensaio de resistência à compressão seja satisfatório. Essa premissa está fundamentada no fato de que a resistência à compressão do concreto é diretamente proporcional ao cuidado investido em toda a cadeia de produção desse material, ou seja, com o nível tecnológico empregado. Assim, quanto maior o nível de controle sob o processo produtivo melhor será a qualidade final do concreto endurecido.

4.3. Análise quantitativa

Os corpos de prova foram moldados segundo a norma NBR 5738/16 e a consistência do concreto foi determinada pelo abatimento do tronco de cone, aplicando a norma NBR NR 67/98, como apresentado na Figura 8.

Figura 8 – Abatimento e moldagem dos corpos de prova



Fonte: Próprio autor.

Os resultados obtidos do ensaio de resistência à compressão e abatimento estão apresentados na Tabela 2. Os dados secundários estão apresentados no APÊNDICE C.

Tabela 2 – Resistência à compressão e abatimento do concreto

Obra	1	2	3	4	5	6		
Exemplar	I	I	I	II	I	I	II	I
Idade	30	30	29	29	29	28	28	28
f_{c,méd} (MPa)	19,54	8,47	12,01	10,74	14,86	7,41	6,51	11,58
Elemento Estrutural	Viga	Viga	Vigota	Pilarete	Pilarete	Pilarete	Pilarete	Viga
Abatimento (cm)	23	20	25	22	20	21	21	22,5
							Abatimento médio	21,8 ± 1,69

Fonte: Próprio autor.

Observando os dados expostos na Tabela 2, como podia-se esperar, todos os concretos estudados nesse trabalho não atenderam ao f_{ck} mínimo de 20 MPa, exigido pela NBR 6118/14.

Os diâmetros apresentados no APÊNDICE C foram determinados de acordo com o item 4.4 da norma NBR 5739/07, medidos ortogonalmente na metade da altura do corpo de prova (Figura 9).

Figura 9 - Determinação dos diâmetros dos corpos de prova



Fonte: Próprio autor.

Alguns corpos de prova foram rompidos com mais de 28 dias. Esse fato aconteceu, pois, o topo dos corpos de prova não estavam planos e a prensa utilizada não possuía borracha de neopreme para corrigir essas irregularidades. Teve-se, então, que fazer capeamento com camada de cimento para adquirir um resultado satisfatório.

Durante o rompimento dos corpos de prova percebeu-se que o corpo de prova 7 apresentou fratura do topo e o corpo de prova 11 apresentou fratura do tipo colunar. Os demais rompimentos apresentaram forma cônica e/ou cisalhada de fratura, identificadas na NBR 5739/07 (Figura 10).

Figura 10 – Forma de fratura dos corpos de prova: cisalhamento



Fonte: Próprio autor.

O corpo de prova 11, da obra 5 apresentou fratura colunar, indicando a possibilidade de problemas no arremate do topo. Embora esse tipo de fratura indique a necessidade de tomar maiores cuidados no arremate do topo dos corpos de prova, não se observou nenhuma dispersão entre os resultados dos pares do exemplar, qualificando os resultados, (Figura 11).

Figura 11 – Forma de fratura dos corpos de prova: colunar



Fonte: Próprio autor.

Observando os resultados do APÊNDICE C, nota-se uma significativa dispersão entre os valores de resistência à compressão nos corpos de prova 7 e 8. O corpo de prova 7, da obra 3, apresentou fratura no topo do corpo de prova, abaixo do capeamento, indicando defeito no arremate. Isso pode ser percebido na Figura 12.

Figura 12 – Fratura típica de defeitos no arremate de topo e base de corpos de prova



Fonte: Próprio autor.

O abatimento médio foi de 21,8 cm, constatando o uso de grande quantidade de água de amassamento. Os valores insatisfatórios de resistência à compressão estão diretamente ligados ao excesso de água, comprovados também pela alta relação a/c (Tabela 3).

Para o peso específico dos materiais, foi tomado como base valores presentes na literatura, visto a inviabilidade de sua determinação em todas as obras. Os valores de pesos específicos utilizados estão apresentados no quadro abaixo.

Quadro 1 – Pesos específicos adotados

Areia	1450 Kg/m ³
Brita	1410 Kg/m ³
Água	1000 Kg/m ³

Fonte: SUCRANA, PEDREIRA SANTO CRISTO.

Com os dados do Quadro 1 e da medição dos materiais, utilizando o recipiente da Figura 1, obteve-se os traços apresentados na Tabela 3, na forma (cimento : areia : brita : a/c).

Tabela 3 – Traços das obras em estudo no município de Araruna – PB

Obra	Traço
1	1 : 3,57 : 1,41 : 0,96
2	1 : 2,32 : 3,16 : 1,14
3	1 : 4,12 : 2,34 : 0,80
4	1 : 2,87 : 2,03 : 0,90
5	1 : 5,74 : 6,88 : 0,96
6	1 : 3,28 : 2,51 : 1,3

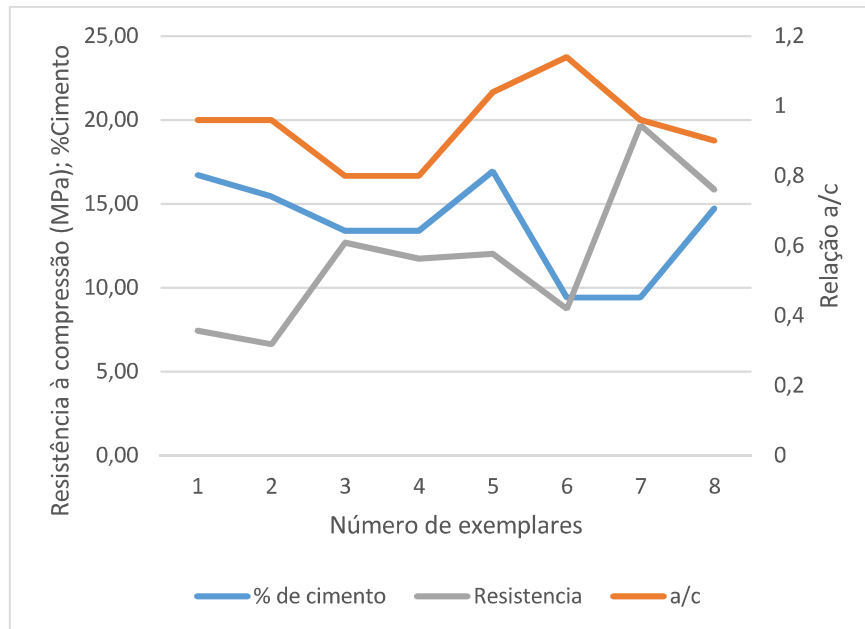
Os traços apresentados na Tabela 3 são traços aproximados, uma vez que se adotou valores de pesos específicos encontrados na literatura (Quadro 1), não correspondendo ao valor real de peso específico de cada material.

Devido à existência de uma forte correspondência entre a relação água-cimento e a resistência à compressão do concreto e sua durabilidade, a NBR 6118/14 limita o valor máximo da relação água/cimento em 0,65, se tratando de concreto armado para a classe de C20. Dito isso, observou-se que todas as obras extrapolaram esse valor. Esse é um dos principais fatores que levaram a se produzir concretos com resistência tão baixas.

O traço com menor resistência a compressão foi o da obra 5 (1 : 5,74 : 6,88), com relação a/c 0,96. Além da alta relação a/c, a composição do traço da obra 5 é muito pobre em cimento. O traço que produziu a maior resistência à compressão foi o da obra 1 (1 : 3,57 : 1,41), com relação a/c 0,96.

De modo geral, a medida em que se aumentou a porcentagem de cimento, na proporção da mistura, e diminuiu a relação a/c, a resistência à compressão aumentou. Do mesmo modo, a medida em que se diminuiu a porcentagem de cimento, na proporção da mistura, e aumentou a relação a/c, a resistência à compressão diminuiu (Figura 13).

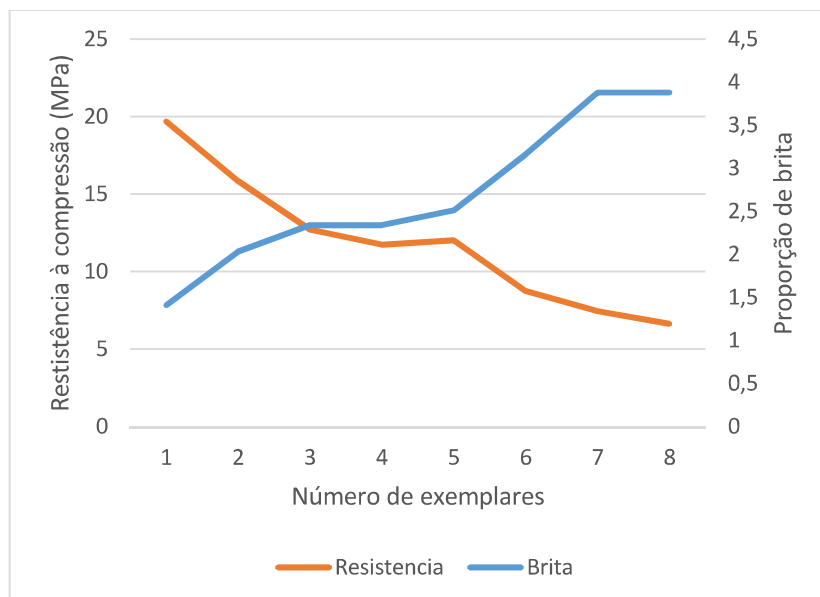
Figura 13 – Relação entre porcentagem de cimento, fator a/c e resistência à compressão



Fonte: Próprio autor.

Observou-se também, que os traços com maiores proporções de brita apresentaram menores resistências à compressão (Figura 14). Esse comportamento está relacionado com a quantidade de água de amassamento usada e a quantidade de vazios entre os componentes do concreto. Não se percebeu nenhuma relação no que diz respeito a proporção de areia.

Figura 14 - Relação entre proporção de brita e resistência à compressão



Fonte: Próprio autor.

4.4. Nível tecnológico x resistência à compressão

Foram coletados dados de resistência à compressão e abatimento de três obras do município de João Pessoa – PB. Segundo a classificação própria (APÊNDICE B), duas obras foram classificadas como “Grandes Obras e uma como “Médias Obras”. Por questões comerciais e éticas, os nomes das empresas foram preservados. Para as obras 8 e 9, os dados foram coletados no Laboratório de Ensaios de Materiais e Estruturas – LABEME, da Universidade Federal da Paraíba. Para a obra 7, os dados foram adquiridos diretamente com a empresa, por meio de relatórios da última concretagem.

A obra dita como “Médias Obras”, teve o concreto dos pilares e vigas baldrame produzidos na própria obra e dimensionados pelo engenheiro responsável. Como controle tecnológico realiza os ensaios de resistência à compressão e abatimento pelo tronco de cone. As obras 8 e 9, classificadas como “Grandes Obras”, são gerenciadas por empresas, utilizando concreto usinado, respeitando todas as exigências expostas na NBR 12655/15.

Tabela 4 – Classificação quanto a natureza de ocupação e altura: obras João Pessoa – PB

Obra	Quanto à ocupação			Quanto à altura	
	Ocupação	Divisão	Tipo	Denominação	Altura
7	Residencial	A-2	IV	Média-altura	15 m
8	Residencial	A-2	V	Mediamente alta	30
9	Residencial	A-2	V	Mediamente alta	30

Fonte: Próprio autor.

4.4.1. Relatórios de ensaio de corpos de prova

Para a Obra 7, classificada como “Médias Obras”, a resistência à compressão característica, para o concreto, f_{ck} , de projeto é de 25 MPa. O abatimento de projeto é de 14 cm. O traço utilizado foi 1 : 1,23 : 1,64, com relação a/c 0,45. Foram obtidos 2 relatórios de concretagem. Para os exemplares do Quadro 2, a data de moldagem foi em 23 de março de 2017.

Quadro 2 – Obra 7: Relatório de ensaio à compressão simples de corpos de prova (vigas baldrame)

Exemplar	Idade	$f_{c28,méd}$ (Mpa)
01	28 dias	25,7
02	28 dias	29,2

Fonte: empresa privada.

Para os exemplares do Quadro 3, a data de moldagem foi em 30 de março de 2017.

Quadro 3 – Obra 7: Relatório de ensaio à compressão simples de corpos de prova (pilares 1º pavimento)

Exemplar	Idade	$f_{c28,méd}$ (Mpa)
01	28 dias	25,7
02	28 dias	29,2

Fonte: empresa privada.

Notou-se que o traço atende ao exigido pelas normas vigentes, refletindo em valores satisfatórios de resistência à compressão. Diferentemente das obras executadas em Araruna – PB, aplicou-se procedimentos simples para a produção do concreto em obra, como o dimensionamento teórico e controle tecnológico.

Para as Obra 8 e 9, a resistência característica de projeto para o concreto, f_{ck} , é de 35 MPa. O abatimento de projeto é de 12 cm.

Para a Obra 8, foram obtidos 3 relatórios de concretagem. Para os exemplares do Quadro 4, a data de moldagem foi em 10 de novembro de 2017.

Quadro 4 – Obra 8: Relatório de ensaio à compressão simples à compressão simples de corpos de prova (relatório 1 - laje)

Exemplar	Caminhão	Idade	$f_{c28,méd}$ (Mpa)
01	01	28 dias	34,9
02	02	28 dias	35,3
03	03	28 dias	34,9
04	04	28 dias	35
05	05	28 dias	34
06	06	28 dias	36,3

Fonte: Laboratório de Ensaios de Materiais e Estrutura – LABEME/UFPB

Para os exemplares do Quadro 5, a data de moldagem foi em 28 de dezembro de 2016.

Quadro 5 – Obra 8: Relatório de ensaio à compressão simples de corpos de prova (relatório 2 - laje)

Exemplar	Caminhão	Idade	$f_{c28,méd}$ (Mpa)
01	01	28 dias	35,6
02	02	28 dias	36,8
03	03	28 dias	37,4
04	04	28 dias	34,9
05	05	28 dias	35,7
06	06	28 dias	36,2

Fonte: Laboratório de Ensaios de Materiais e Estrutura – LABEME/UFPB

Para os exemplares do Quadro 6, a data de moldagem foi em 30 de setembro de 2016.

Quadro 6 – Obra 8: Relatório de ensaio à compressão simples de corpos de prova (relatório pilar)

Exemplar	Caminhão	Idade	$f_{c28,méd}$ (Mpa)
01	01	28 dias	35,6
02	02	28 dias	34,9

Fonte: Laboratório de Ensaio de Materiais e Estrutura – LABEME/UFPB

Para a Obra 9 foi obtido a relatório de concretagem abaixo. Para os exemplares do Quadro 7, a data de moldagem foi em 25 de janeiro de 2017.

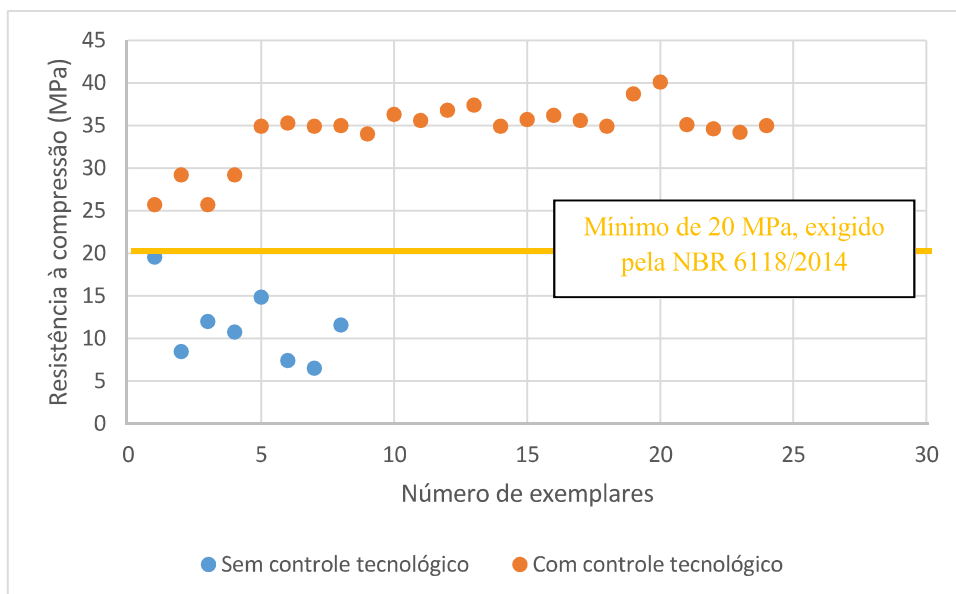
Quadro – Obra 9: Relatório de ensaio à compressão simples de corpos de prova (relatório laje)

Exemplar	Caminhão	Idade	$f_{c28,méd}$ (Mpa)
01	01	28 dias	38,7
02	02	28 dias	40,1
03	03	28 dias	35,1
04	04	28 dias	34,6
05	05	28 dias	34,2
06	06	28 dias	35,0

Fonte: Laboratório de Ensaio de Materiais e Estrutura – LABEME/UFPB

Quando se aplica um nível de controle tecnológico alto na produção do concreto, pode-se gerar uma melhor qualidade do concreto produzido, refletindo diretamente na resistência a compressão. Contudo, pôde-se observar nos Quadros 4, 5, 6 e 7, que os resultados do ensaio de resistência à compressão para alguns exemplares, não atenderam ao mínimo de 35 MPa, ficando bem próximos, corroborando com a referência da TÉCHNE, 2009, *apud* SELEGIN, 2013. Para essas obras, se fez necessário a extração de testemunhos para contraprova, além da realização de ensaio não destrutivo, como a esclerometria, porém não se teve acesso a esses dados.

Figura 15 – Discrepância de resultados: com e sem controle tecnológico



Fonte: Próprio autor.

Nenhuma das obras estudadas no município de Araruna – PB atingiu a resistência mínima de 20 MPa exigida pela NBR 6118/14. Já as obras analisadas no município de João Pessoa – PB, superaram esse valor e atingiram, de modo geral, as resistências preconizadas nos projetos.

Analisando todos os dados apresentados, fica evidente a proporcionalidade entre o nível de controle tecnológico empregado e a qualidade final do concreto, refletido na resistência à compressão. Embora exista a probabilidade de concretos usinados, produzidos em condições ideais, não atenderem à resistência mínima, mesmo sendo previsto pela NBR 6118/14, é indiscutível que concretos produzidos sob condições precárias, sem preocupação em atender as normas vigentes, terão baixo desempenho. Com isso, as armaduras estarão menos protegidas e mais susceptíveis ao ataque dos agentes corrosivos, diminuindo drasticamente a vida útil do aço e, conseqüentemente, das estruturas das edificações.

5. CONCLUSÃO

As obras não atendem as exigências mínimas prescritas nas normas vigentes, não tendo nenhum tipo de cuidado no que diz respeito a produção de concreto. Nenhum dos exemplares das obras da cidade de Araruna – PB atingiu a resistência mínima de 20 MPa, preconizada pela NBR 6118/14.

O concreto é altamente permeável, ultrapassando o limite máximo permitido da relação a/c, presente na NBR 6118/14, fixado em 0,65. De modo geral, os traços das obras estudadas são pobres em cimento, contendo grande quantidade de areia e brita.

A discrepância de resultados entre os ensaios de resistência à compressão das cidades de Araruna e João Pessoa é significativamente alta. Fica claro a importância de aplicação dos cuidados exigidos pelas normas. É necessário evidenciar que os dados coletados em João Pessoa – PB, foram de obras que possuem responsável técnico habilitado, e com isso, controle da produção do concreto.

Embora alguns exemplares das obras 8 e 9 não tenham atingido o valor mínimo de f_{ck} esperado, a NBR 6118/14 considera a possibilidade de 5 % dos resultados não atingirem esse valor. Pôde-se então confirmar que nem todo o concreto que chega aos canteiros atingem a resistência preconizada.

É fato, mesmo que esse trabalho não tenha entrado nesse mérito, que o nível de cuidado empregado na produção do concreto é também aplicado nas demais etapas de construção dessas edificações, afetando a durabilidade desses empreendimentos, podendo haver o aparecimento de patologias tanto no concreto quanto nos demais materiais no futuro.

Outras questões que podem ser avaliadas, e que não foram abordadas nesse trabalho, são a variável socioeconômica, a disponibilidade de aplicação de tecnologias, disponibilidade de materiais de boa qualidade, atuação dos órgãos competentes, segurança, etc. Todos esses fatores contribuem de forma direta e indireta na qualidade final do concreto produzido, refletindo na durabilidade do concreto, das estruturas e edificações.

EVALUATION OF THE QUALITY OF THE CONCRETE PRODUCED IN SMALL SIZE CONSTRUCTIONS OF THE MUNICIPALITY OF ARARUNA - PB

ABSTRACT

Concrete is a material vulnerable to the conditions that are imposed on it in its production chain, either due to the heterogeneity and quality of the materials used, or the productive process employed in its manufacture, or the rigorous handling of its inputs. In places with low social status and lack of supervision of the competent bodies, such as small cities and communities of large capitals, the concrete is prepared without using any technical support or care to meet current standards. The goal of the present work is to evaluate the quality of concrete produced in small constructions of the municipality of Araruna - PB, according to NBR 12655/2015. The specimens were collected in 8 constructions from the municipality of Araruna - PB to perform the compressive strength test, the concrete consistency was determined by the reduction of the cone trunk, and also the trait used. Data on compressive strength and concrete abatement were obtained from three constructions in the city of João Pessoa - PB. The concrete trace of the constructions of Araruna - PB is not dimensioned, being at the discretion of the empiricism of the masons. It was observed that the works of Araruna - PB are managed by professionals who are not qualified and do not have any technical staff. In all the constructions studied in the municipality of Araruna - PB was verified the inadequate storage of the materials. The water used in the production of the concrete comes from a well, with a history of salinity. The water is used abundantly, having as criterion of stop the high workability. The measurement of the materials does not follow any specific pattern, having the handcarts filled to the taste of the workers, suffering significant volume variability. None of the specimens achieved the minimum compressive strength of 20 MPa as prescribed by NBR 6118/14. The highest and lowest values of compressive strength were 19.54 MPa and 6.51 MPa, respectively. The average reduction was 21.8 cm, evidencing the use of large amounts of kneading water. The concrete is highly permeable, exceeding the maximum allowed limit of the water/cement ratio, present in NBR 6118/14, fixed at 0.65. In general, the traces of the constructions studied are poor in cement, containing large amounts of sand and gravel. The trait with lower compressive strength (6.51 MPa) was that of construction 5 (1: 5.4: 6.88), with respect to water/cement 0.96. It was confirmed that not all the concrete that reaches the construction sites reaches the recommended compressive strength. The concrete quality discrepancy was verified when different levels of technological control were applied.

Keywords: concrete, technological control, Araruna - PB.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 12655: **Concreto de Cimento Portland – Preparo, controle e recebimento – Procedimento.** 2015.

ABNT NBR 6118: **Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento.** 2014.

ABNT NBR 5738: **Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.** 2016.

ABNT NBR 5739: **Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos.** 2018.

ABNT NBR NM 67: **Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.** 1998.

ABNT NBR 14931: **Execução de estruturas de concreto.** 2004.

ABNT NBR 7217: **Agregados – Determinação da composição granulométrica.** 2003.

ARAÚJO, J.M. **Curso de Concreto Armado.** Rio Grande do Sul: Dunas, v. 1. 4º ed. 2014.

FUSCO, P.B. **Tecnologia do Concreto Estrutural**, 1ª ed., Ed. PINI, 2008.

SEGELIN, C.H. **Análise Quantitativa e Qualitativa da Conformidade do Concreto Estrutural: um estudo de caso em obras de Caruarú-PE.** Caruaru: Biblioteca Simone Xavier, 2013. 143f., 30 cm.

BARBOSA, M. R.; BASTOS, P.S.S. (2008). **Traços de concreto para obras de pequeno porte.** *Concreto e Construção*, v. XXXVI, IBRACON, p. 32-36, 2008.

ROQUE, J. A.; MORENO JÚNIOR, A. L. **Considerações Sobre Vida Útil do Concreto.** 1º ENPPPCPM, São Carlos, 2005.

NILOCA, Andrei. **Blocos de concreto.** Universidade Federal do Tocantins - UFT. Gurupi: Curso de Engenharia Florestal. 2010.

GOMES. B. M. C.; SANTOS. L. L.; CLAUDINO. C. M. A.; DINIZ, M. I. L.; SENA, T. S.; NEVES, Y. T. **Análise dos pontos de abastecimento de águas subterrâneas no município de Araruna.** XIX Congresso Brasileiro de Águas Subtérreas, 2016. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28682/18593>> Acesso em: 14/06/2018.

MINISTÈRIO DE MINAS E ENERGIA. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento Por Água Subterrânea: Diagnóstico do Município de Araruna.** 2005. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/15798/Rel_Araruna.pdf?sequence=1> Acesso em: 14/06/2018.

VOTORANTIM Cimentos, Mapa da Obra. **Traço de Concreto: o que é o conceito de mistura PACAAAA?**, 2017. Disponível em: <<http://www.mapadaobra.com.br/inovacao/traco-de-concreto-o-que-e-o-conceito-de-mistura-pacaaaa/>> Acesso em: 10/06/2018.

TÉCHNE. **Concreto não conforme**. Tecnologia. Novembro, 2009. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/152/artigo287700-1.aspx>> Acesso em: 09/06/2018.

INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA. **Pedreira São Sebastião – Produtos**. Disponível em: <<http://www.pedreirasantocristo.com.br/produtos.html>> Acesso em: 14/06/2018.

SUCRANA Soluções em Engenharia. **Tabelas: peso específico de materiais**. Disponível em: <<http://www.sucrana.com.br/tabelas/peso-especifico-materiais.pdf>> Acesso em: 14/06/2018.

SILVEIRA, D. T.; GERHARDT, T. E. **Métodos de Pesquisa**. UAB/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 120 p., 25 cm. ISBN 978-85-386-0071-8

APÊNDICE A – Ficha técnica de prospecção de obras

(continua)

I - Localização							
Bairro		Cidade:					
CEP:		Estado:					
II - Identificação da Obra							
Tipo de Edificação quanto à ocupação*							
Tipo de Edificação quanto à altura**							
Quantidade de pavimentos:							
III - Quadro de Funcionários							
Quantidade de colaboradores:				Pedreiro		Ajudante	
Outros profissionais							
IV - Engenharia e Arquitetura							
A obra possui algum responsável técnico?				A obra recebeu a visita de algum órgão competente?			
Sim		Não		Sim		Não	
A obra possui projeto arquitetônico?				A obra possui projeto elétrico?			
Sim		Não		Sim		Não	
A obra possui projeto hidrossanitário?				A obra possui projeto estrutural?			
Sim		Não		Sim		Não	
V - Dados Técnicos							
Tipo de Alvenaria							
Tipo de Cobertura							
Tempo médio de escoramento e retirada de formas (dias)							
Tipo de sistema construtivo							
VI - Dados Técnicos do Cimento							
Marca		Tipo					
VII - Tratamento dos Materiais							
O cimento é armazenado corretamente?				A areia e brita são armazenados corretamente?			
Sim		Não		Sim		Não	
A areia é peneirada e livre de corpos estranhos?				Durante seu preparo e uso, o concreto é exposto a algum tipo de contaminação?			
Sim		Não		Sim		Não	
A cura do concreto é feita adequadamente?				A água possui qualidade idônea?			
Sim		Não		Sim		Não	
<p>* Residencial, serviço de hospedagem, comercial, serviço profissional, educacional e cultura física, local de reunião de público, serviço automotivo e assemelhados, serviço de saúde e institucional, indústria, depósito, explosivos, especial.</p> <p>** Edificação térrea, edificação baixa, edificação de baixa-média altura, edificação de média altura, edificação mediamente alta, edificação alta.</p>							

APÊNDICE A – Ficha técnica de prospecção de obras

(conclusão)

VIII - Informações Sobre o Traço			
O traço utilizado na obra é dimensionado adequadamente?		Quem defini o traço?	
Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>
Quais tipos de recipientes são usados para medir o traço?		Segundo o tipo de recipiente, qual a proporção de materiais usada no traço?	
Onde o concreto é preparado?			
Fck de Projeto (Mpa)	<input type="checkbox"/>	Tipo de elemento a ser concretado	<input type="checkbox"/>
IX - Estimativa Real do Traço***			
Areia			
Brita			
Água			
Cimento			
Observações Gerais			
Obs: devem ser inseridas informações adicionais e importantes que não estão presentes na ficha.			
***A estimativa real do traço foi feita com recipiente de 13 litros.			

APÊNDICE B – Classificação das obras quanto a ocupação, altura e controle tecnológico.

(continua)

Pequenas Obras										
Quanto a natureza da ocupação				Quanto à altura			Quanto ao controle tecnológico			
Grupo	Ocupação/Uso	Divisão	Descrição	Tipo	Denominação	Altura	Gerenciamento	Responsabilidade técnica	Traço	Controle
A	Residencial	A-1	Habitação unifamiliar	I	Edificação térrea	Um pavimento	Profissional não habilitado	Indefinido	Não dimensionado	Nenhum
				II	Edificação baixa	$H \leq 6$ m	Profissional não habilitado	Indefinido	Não dimensionado	Nenhum
		A-2	Habitação multifamiliar	III	Edificação baixa-média altura	$6 \text{ m} < H \leq 12$ m	Profissional não habilitado	Indefinido	Não dimensionado	Nenhum
				III	Edificação baixa-média altura	$6 \text{ m} < H \leq 12$ m	Profissional não habilitado	Indefinido	Não dimensionado	Nenhum
Médias Obras										
Quanto a natureza da ocupação				Quanto à altura			Quanto ao controle tecnológico			
Grupo	Ocupação/Uso	Divisão	Descrição	Tipo	Denominação	Altura	Gerenciamento	Responsabilidade técnica	Traço	Controle
A	Residencial	A-1	Habitação unifamiliar	I	Edificação térrea	Um pavimento	Profissional habilitado ou empresa	Engenheiro Civil ou Arquiteto	Dimensionado	Ensaio de resistência à compressão e abatimento
				II	Edificação baixa	$H \leq 6$ m	Profissional habilitado ou empresa	Engenheiro Civil ou Arquiteto	Dimensionado	Ensaio de resistência à compressão e abatimento
		A-2	Habitação multifamiliar	III	Edificação baixa-média altura	$6 \text{ m} < H \leq 12$ m	Profissional habilitado ou empresa	Engenheiro Civil ou Arquiteto	Dimensionado	Ensaio de resistência à compressão e abatimento
				IV	Edificação média altura	$12 \text{ m} < H \leq 23$ m	Profissional habilitado ou empresa	Engenheiro Civil ou Arquiteto	Dimensionado	Ensaio de resistência à compressão e abatimento

APÊNDICE B – Classificação das obras quanto a ocupação, altura e controle tecnológico.

(conclusão)

Grandes Obras										
Quanto a natureza da ocupação				Quanto à altura			Quanto ao controle tecnológico			
Grupo	Ocupação/Uso	Divisão	Descrição	Tipo	Denominação	Altura	Gerenciamento	Responsabilidade técnica	Traço	Controle
A	Residencial	A-2	Habitação multifamiliar	IV	Edificação média altura	12 m < H ≤ 23 m	Empresa	Engenheiro Civil ou Arquiteto	Dimensionado	Respeita as exigências expostas na NBR 12655/15
				V	Edificação medianamente alta	23 m < H ≤ 30 m				
				VI	Edificação alta	Acima de 30				

APÊNDICE C – Ensaio de resistência à compressão.

Obra	Corpo de prova	Diâmetro 1 (cm)	Diâmetro 2 (cm)	Média (cm)	Área (m ²)	Força (tf)	Tensão (MPa)	F _{cm} (MPa)
1	1	10,6	10,6	10,6	0,00882	17,73	19,70	19,54
	2	10,6	10,6	10,6	0,00882	17,44	19,38	
2	3	10,5	10,5	10,5	0,00866	7,23	8,19	8,47
	4	10,5	10,5	10,5	0,00866	7,73	8,75	
	5	9,6	10	9,8	0,00754	9,36	12,17	
	6	9,6	9,8	9,7	0,00739	8,93	11,85	
3	7	9,6	9,9	9,75	0,00747	8,93	11,73	10,74
	8	9,6	9,9	9,75	0,00747	7,43	9,76	
	9	10,5	10,6	10,55	0,00874	14,12	15,84	
4	10	10,5	10,6	10,55	0,00874	12,37	13,88	14,86
	11	10,6	10,6	10,6	0,00882	6,64	7,38	
5	12	10,6	10,5	10,55	0,00874	6,64	7,45	7,41
	13	9,7	9,8	9,75	0,00747	5,05	6,63	
	14	9,7	9,8	9,75	0,00747	4,86	6,38	
6	15	10,5	10,5	10,5	0,00866	10,61	12,02	11,58
	16	10,6	10,5	10,55	0,00874	9,93	11,14	