



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE CARAÚBAS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

MARÍLIA RHUAMA DIAS ALVES

ESTUDO COMPARATIVO DOS MÉTODOS DE CURA DO CONCRETO

CARAÚBAS

2025

MARÍLIA RHUAMA DIAS ALVES

ESTUDO COMPARATIVO DOS MÉTODOS DE CURA DO CONCRETO

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Eduardo Morais de Medeiros

CARAÚBAS

2025

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

A474e Alves, Marília Rhuama Dias.
Estudo comparativo dos métodos de cura do
concreto / Marília Rhuama Dias Alves. - 2025.
46 f. : il.

Orientador: Eduardo Moraes de Medeiros.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2025.

1. Desempenho. 2. Resistência. 3. Controle
tecnológico. I. Medeiros, Eduardo Moraes de,
orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Caraúbas
Bibliotecária: Sarah Freire Bezerra
CRB: 15/1052

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

MARÍLIA RHUAMA DIAS ALVES

ESTUDO COMPARATIVO DOS MÉTODOS DE CURA DO CONCRETO

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em: 17 / 11 / 2025.

BANCA EXAMINADORA

Eduardo Moraes de Medeiros, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

Jennef Carlos Tavares, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

Íngride Pamilly Ribeiro Araújo de Oliveira, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me sustentado durante toda essa caminhada, me dando saúde, força e coragem para seguir em frente e não desistir dos meus sonhos. Sou imensamente grata à minha família, especialmente aos meus pais, Francisca Antônia e Benedito Alves, e aos meus irmãos Katiane Dias e Wagner Henrique, e meu sobrinho Bernardo que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando em tudo e acreditando no meu potencial. Eles fizeram de tudo para que eu pudesse chegar até aqui, e peço a Deus que lhes conceda muitos anos de vida, para que possamos continuar celebrando juntos cada conquista.

Também deixo meu sincero agradecimento ao meu orientador, Professor Eduardo Morais, por ter aceitado caminhar comigo nesse desafio, compartilhando seu conhecimento, mostrando paciência e sempre me incentivando. Sua dedicação e profissionalismo foram fundamentais para que este trabalho fosse possível.

Agradeço ainda aos meus colegas e amigos Vitória, Marlos, Mariana, Jardel, Daniel, Micael, Arthur e a todos aqueles que guardo com carinho no coração. Foi uma alegria imensa ter conhecido cada um de vocês nessa jornada. Compartilhamos risadas, aprendizados, conversas e desafios momentos que levarei comigo para a vida toda.

E por último e não menos importante ao meu padrinho Zenildo Xavier (In Memoriam), o meu muito obrigada. O senhor foi minha inspiração desde de novinha, e te ver trabalhando me acendeu a chama de que eu também conseguiria. O senhor sempre me incentivou, sempre falou que com os meus estudos eu poderia chegar aonde eu quisesse, e eu consegui. Que o senhor continue me abençoando e me guiando aí de cima, eu te amo muito e a saudade é frequente.

Aprendi a aceitar desafios que nunca pensei
fazer antes. Sucesso e conforto não podem
coexistir.

Ginni Rometty

RESUMO

O processo de cura é uma etapa essencial na execução do concreto, pois contribui para o aumento da resistência e para a obtenção das propriedades necessárias a um bom desempenho. Esta pesquisa tem como objetivo principal analisar e comparar a resistência à compressão do concreto, por meio de ensaios de compressão axial em corpos de prova cilíndricos submetidos a diferentes métodos de cura. O estudo busca avaliar a influência de distintas técnicas de cura no desempenho do concreto, com foco no controle tecnológico da resistência à compressão. A pesquisa foi realizada utilizando uma dosagem de concreto convencionalmente empregada no laboratório do Campus da UFERSA – Caraúbas - RN. Foram moldados corpos de prova cilíndricos e submetidos a quatro condições de cura: Cura por aspersão, cura úmida, cura com água e cal hidratada e ao ar livre. Os ensaios de compressão axial foram conduzidos aos 7 e 28 dias, seguindo as normas técnicas vigentes. Os resultados obtidos possibilitaram avaliar a eficiência de cada método de cura, evidenciando a importância da escolha adequada do processo para o desenvolvimento das propriedades mecânicas do concreto. Observou-se que a cura úmida e a cura com água e cal hidratada apresentaram os melhores resultados, enquanto a cura ao ar livre e a cura por aspersão, tiveram desempenhos significativamente inferiores, especialmente em condições de clima quente. Assim, conclui-se que o controle adequado da cura é essencial para assegurar maior resistência, durabilidade e segurança estrutural do concreto.

Palavras-chave: Desempenho; Resistência; Controle tecnológico.

ABSTRACT

The curing process is an essential step in concrete production, as it contributes to increased strength and the achievement of the properties necessary for good performance. This research main objective is to analyze and compare concrete compressive strength through axial compression tests on cylindrical specimens subjected to different curing methods. The study seeks to evaluate the influence of different curing techniques on concrete performance, with a focus on technological control of compressive strength. The research was conducted using a conventional concrete mix employed in the laboratory at the UFERSA Campus in Caraúbas, Rio Grande do Norte. Cylindrical specimens were molded and subjected to four curing conditions: spraying, submersion in water, submersion with water and hydrated lime, and in open air. Axial compression tests were conducted at 7 and 28 days, following current technical standards. The results allowed us to evaluate the efficiency of each curing method, highlighting the importance of choosing the appropriate process for developing concrete's mechanical properties. Wet curing and curing with water and hydrated lime were found to produce the best results, while open-air curing and spray curing performed significantly worse, especially in hot weather conditions. Therefore, it can be concluded that adequate curing control is essential to ensure greater strength, durability, and structural safety of concrete.

Keywords: Performance; Strength; Technological control.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ensaio de abatimento de tronco de cone (Slump test).	23
Figura 2: Tipos de rupturas de corpos de prova	26
Figura 3: Fluxograma das etapas realizadas no trabalho	27
Figura 4: Moldes cilíndricos utilizados	29
Figura 5: Materiais utilizados	29
Figura 6: Pesagem	32
Figura 7: Separação e mistura dos materiais	32
Figura 8: Molde de tronco de cone utilizado para verificar o slump test	33
Figura 9: Aplicação do desmoldante	33
Figura 10: Corpos de prova moldados.....	34
Figura 11: Cura Úmida.....	34
Figura 12: Cura com água e cal	35
Figura 13: Cura ao Ar livre	35
Figura 14: Cura por Aspersão.....	36
Figura 15: Retífica de corpos de prova de concreto	37
Figura 16: Ensaio de compressão axial	37
Figura 17: Resultado Slump Test	39
Figura 18: Ensaio de compressão axial	40

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Resistência a compressão 7 e 28 dias.....	42
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Designação normatizada dos tipos de cimentos Portland.....	20
Tabela 2: Classificação através do abatimento do tronco de cone.	23
Tabela 3: Variáveis do trabalho experimental.....	28
Tabela 4: Materiais utilizados.....	28
Tabela 5: Volumes calculados.....	31
Tabela 6: Quantidade necessária de material por traço	31
Tabela 7: Resultado do ensaio aos 7 dias	40
Tabela 8: Resultado do ensaio aos 28 dias	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland

ACI – American Concrete Institute

ARI – Alta Resistência Inicial

CP – Cimento Portland

CP I – Cimento Portland Comum

CP I-S – Cimento Portland Comum com adição

CP II-E – Cimento Portland Composto com escória granulada de alto-forno

CP II-F – Cimento Portland Composto com material carbonático

CP II-Z – Cimento Portland Composto com material pozolânico

CP III – Cimento Portland de alto-forno

CP IV – Cimento Portland Pozolânico

CP V-ARI – Cimento Portland de Alta Resistência Inicial

CPB – Cimento Portland Branco

DMG – Diâmetro Médio Geométrico

NBR – Norma Brasileira

RN – Rio Grande do Norte

UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

LISTA DE SÍMBOLOS

% – Porcentagem

°C – Grau Celsius

cm – Centímetro

mm – Milímetro

μm – Micrômetro

L – Litro

kg – Quilograma

m – Metro

m² – Metro quadrado

m³ – Metro cúbico

MPa – MegaPascal (10⁶ Pa)

kN – Quilonewton

V – Volume (m³)

h – Altura (m)

r – Raio (m)

D – Diâmetro (mm)

F – Força máxima (N)

f_c – Resistência à compressão axial (MPa)

π – Constante matemática (≈ 3,1416)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Objetivos.....	17
1.1.1 Objetivo geral	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 Concreto	19
2.1.1 Materiais constituintes.....	19
2.1.1.1 Cimento Portland.....	19
2.1.1.2 Agregados.....	20
2.1.1.3 Água	21
2.2 O ensaio de abatimento de tronco de cone (Slump test)	22
2.3 Dosagem do concreto	23
2.4 Processos de cura.....	24
2.4.1 Cura por Aspersão	24
2.4.2 Cura úmida	25
2.4.3 Cura ao ar livre	25
2.4.4 Cura com água e cal hidratada.....	25
2.5 Resistência a compressão	25
3 METODOLOGIA.....	27
3.1 Definir os tipos de cura.....	27
3.2 Coleta dos Materiais	28
3.3 Produção do concreto convencional	28
3.3.1 Separação dos moldes e materiais coletados	29
3.3.2 Volume dos moldes	30
3.3.3 Produção dos corpos de prova	31
3.3.4 Abatimento de tronco de cone (Slump test)	32
3.4 Moldagem dos corpos de prova.....	33
3.5 Ensaio realizado.....	36
3.5.1 Ensaio de compressão axial.....	36
3.6 Análise dos dados	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
4.1 Concreto estado fresco.....	39
4.1.1 Slump Test.....	39

4.2 Métodos de cura utilizados	39
4.3 Ensaio do concreto no estado endurecido.....	40
4.3.1 Resistência à compressão axial.....	40
4.2.3 Discussão dos Resultados	41
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
REFERÊNCIAS	Erro! Indicador não definido.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a construção civil investiu de forma crescente na melhoria dos processos de controle de qualidade, buscando assegurar que os materiais utilizados em obra atendessem aos requisitos técnicos e de desempenho previstos em projeto. Entre esses materiais, o concreto se destacou por sua ampla aplicação, tanto em elementos estruturais quanto não estruturais, graças à sua resistência, durabilidade e versatilidade de uso. Entretanto, a obtenção de um concreto com desempenho satisfatório não depende apenas da correta dosagem e seleção dos insumos, mas também da execução rigorosa de todas as etapas, desde o lançamento e adensamento até o processo de cura, que desempenha papel crucial na consolidação das propriedades mecânicas e na vida útil da estrutura.

A cura consistiu em um conjunto de procedimentos destinados a manter condições adequadas de umidade e temperatura no concreto durante os estágios iniciais de endurecimento, prevenindo a evaporação excessiva da água, essencial para a hidratação do cimento. Quando executada de forma inadequada, essa etapa acarretou perda de resistência, aumento da permeabilidade e surgimento precoce de manifestações patológicas. Diversas técnicas puderam ser aplicadas, como a cura úmida, a submersa, a química e a exposição controlada ao ar, cada uma com vantagens e restrições que variaram conforme as condições ambientais, as características do traço e a realidade do canteiro.

Nesse contexto, comparar diferentes métodos de cura foi uma forma importante de entender como essa etapa influenciou a resistência e a durabilidade do concreto. Para isso, foram feitos testes em laboratório, como o ensaio de compressão axial definido na NBR 5739:2018, que mediu de forma precisa como cada método de cura afetou o desempenho mecânico do material. Esse tipo de estudo foi ainda mais importante em regiões com clima quente e seco, onde o calor e a baixa umidade fizeram a água do concreto evaporar mais rápido, prejudicando o ganho de resistência.

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência de quatro métodos distintos de cura sobre a resistência à compressão do concreto. Para tal, foi produzido um traço único, que foram submetidos à cura úmida, por aspersão, à cura com água e cal hidratada e à cura ao ar livre. A resistência à compressão foi determinada aos 7 e 28 dias, conforme as diretrizes da NBR 5739, possibilitando identificar qual método apresentou maior eficiência. Os resultados obtidos puderam contribuir para aprimorar práticas de execução em obras, subsidiando escolhas técnicas mais adequadas às condições de cada projeto e ambiente.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar a resistência à compressão axial de corpos de prova cilíndricos de concreto submetidos a diferentes métodos de cura, sendo eles: cura por aspersão, cura úmida, cura com água e cal hidratada e cura ao ar livre.

1.1.2 Objetivos específicos

- Verificar a influência da cura do concreto no controle tecnológico;
- Comparar os diferentes tipos de cura realizados, sendo eles: Cura por aspersão, cura úmida, cura com água e cal hidratada e ao ar livre;
- Analisar resultados que foram obtidos por meio do ensaio de resistência à compressão;
- Verificar o desempenho da resistência à compressão do concreto.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Concreto

Para Neville e Brooks (2013), o concreto é composto por uma mistura homogênea de cimento, agregados miúdos e graúdos, que pode conter ou não a incorporação de componentes como aditivos químicos e adições, que aprimora as suas propriedades pelo endurecimento da pasta de cimento. O concreto é um material composto produzido pela mistura de um aglomerante cimentício, normalmente o cimento Portland, com agregados miúdos e graúdos, água e, opcionalmente, aditivos e adições minerais.

O concreto é um dos principais materiais utilizados no mundo, quando se trata da construção civil. De acordo com Mehta e Monteiro (2014), há três principais razões para a ampla utilização do concreto. A primeira está ligada à sua resistência à água, característica que o torna adequado para obras voltadas ao transporte, armazenamento e controle desse recurso. O segundo motivo refere-se à versatilidade na obtenção de elementos estruturais em diferentes formas e dimensões, uma vez que, no estado fresco, o concreto apresenta consistência plástica que facilita o preenchimento das fôrmas, e, após o endurecimento, transforma-se em um material sólido e resistente. A terceira razão é dada por ser, geralmente, o material mais barato e mais facilmente disponível no canteiro, por ter um menor consumo de energia para sua produção.

2.1.1 Materiais constituintes

2.1.1.1 Cimento Portland

Segundo Neville e Brooks (2013), o cimento Portland é obtido a partir da combinação de calcário, argila ou de outros materiais que contenham sílica, alumina e óxidos de ferro. Essa mistura, ao ser submetida ao processo de clínquerização em altas temperaturas, gera o clínquer, o qual, depois de moído, origina o cimento. Os autores destacam ainda que, conforme normas britânicas, europeias e americanas, após a queima só é permitida a adição de gipsita (sulfato de cálcio), água e agentes de moagem.

A Tabela 1 apresenta a classificação dos diversos tipos e subtipos de cimento, conforme estabelece a NBR 16697 (ABNT, 2018).

Tabela 1: Designação normatizada dos tipos de cimentos Portland

Designação Normatizada (Tipo)	Subtipo	Sigla	Classe de Referência
Cimento Portland Comum	Sem adição	CP I	25,32 ou 40
	Com adição	CP I-S	
Cimento Portland Composto	Com escória granulada de alto forno	CP II-E	
	Com material carbonático	CP II-F	
	Com material pozolânico	CP II-Z	
Cimento Portland de alto-forno		CP III	
Cimento Portland Pozolânico		CP IV	
Cimento Portland de Alta Resistência Inicial		CP V	ARI
Cimento Portland Branco	Estrutural	CPB	25,32 ou 40
	Não Estrutural	CPB	—

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 16697 (2018).

De acordo com boletim técnico da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), a classificação dos cimentos é definida a partir de sua composição. No Brasil, os tipos mais utilizados são: comum, composto, de alto-forno e pozolânico. Entretanto, também existem outros, como os de alta resistência inicial, resistentes a sulfatos, brancos, de baixo calor de hidratação (CP IV) e aqueles desenvolvidos especificamente para poços petrolíferos. Dessa forma, cada tipo de cimento é mais adequado para determinadas aplicações.

2.1.1.2 Agregados

De acordo com Neville e Brooks (2013), cerca de três quartos do volume do concreto é composto por agregados, o que evidencia a relevância de sua qualidade. Os autores destacam que esses materiais não apenas influenciam diretamente a resistência do concreto, mas também exercem impacto significativo sobre sua durabilidade e desempenho estrutural.

Bauer (2003) aponta que, originalmente, os agregados eram considerados materiais inertes, apenas dispersos na pasta de cimento, sendo utilizados principalmente por questões econômicas. No entanto, pode-se enxergá-los como elementos construtivos que, junto à pasta de cimento, formam um conjunto coeso, de maneira semelhante à alvenaria. Na prática, os agregados não são totalmente inertes, pois suas características físicas, térmicas e, em alguns casos, químicas afetam o comportamento do concreto. Além de serem mais baratos que o cimento, permitindo reduzir sua quantidade, os agregados oferecem benefícios técnicos importantes, como maior estabilidade dimensional e durabilidade do concreto em relação à pasta de cimento hidratada.

Mehta e Monteiro (2008) destacam que, além da resistência, outros aspectos dos agregados como forma, tamanho, textura da superfície, granulometria e composição mineral influenciam significativamente a resistência do concreto. Essas características podem demandar ajustes na relação água/cimento para otimizar o desempenho do material.

A ABNT NBR 7211:2009 classifica os agregados segundo suas características físicas, sendo elas:

a) gráúdo: correspondem aos grãos que não são retidos pela peneira com abertura de malha de 75 mm, mas se retém em peneiras de abertura de 4,75 mm;

b) miúdo: grãos que passam pela peneira com abertura de malha de 4,75mm e ficam presos em peneiras com abertura de 150 μ m. As britas, também chamadas de pedras britadas, são classificadas de acordo com o tamanho nominal, conforme Tabela 2.

Quaresma (2009) explica que a classificação dos agregados considera o diâmetro médio geométrico (DMG), que corresponde à média das dimensões dos grãos que compõem o agregado:

- Brita 0 ou pedrisco: granulometria variando de 4,8 mm a 9,5 mm;
- Brita 1: granulometria variando de 9,5 mm a 19 mm;
- Brita 2: granulometria variando de 19 mm a 25 mm;
- Brita 3: granulometria variando de 25 mm a 50 mm;
- Brita 4: granulometria variando de 50 mm a 76 mm;
- Brita 5: granulometria variando de 76 mm a 100 mm.

2.1.1.3 Água

De acordo com Neville e Brooks (2013), a qualidade da água utilizada no concreto é um fator essencial, pois suas impurezas podem alterar o tempo de pega do cimento, comprometer a resistência mecânica da mistura ou até provocar manchas em sua superfície. Além disso, quando inadequada, pode acelerar processos de corrosão nas armaduras, motivo pelo qual é indispensável avaliar previamente a água destinada ao amassamento e à cura.

Segundo Mehta e Monteiro (2015), a presença de impurezas em excesso na água empregada na produção do concreto pode ocasionar eflorescência, caracterizada pela formação de depósitos esbranquiçados de sais na superfície, além de favorecer a corrosão

tanto das armaduras quanto do aço protendido. Assim, recomendam que a água utilizada apresente padrões de qualidade equivalentes aos da água potável, proveniente de redes de abastecimento.

Ainda conforme Neville e Brooks (2013), a água tem papel fundamental não apenas para garantir a hidratação do cimento, mas também para assegurar a trabalhabilidade adequada da mistura e influenciar diretamente nas propriedades finais do concreto. Dessa forma, a água de amassamento deve estar livre de materiais orgânicos prejudiciais ou de compostos inorgânicos em concentrações elevadas.

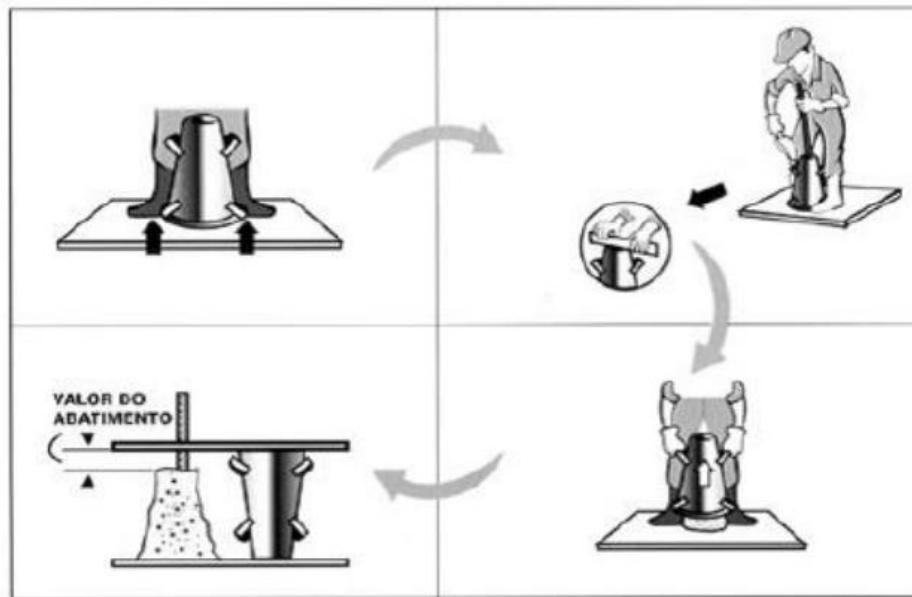
Por fim, Guerra (2013) destaca que a resistência final do concreto está diretamente relacionada à razão água/cimento adotada no traço. Assim, quanto maior for essa relação, menor será a resistência obtida, evidenciando a importância do controle rigoroso dessa variável durante o processo de dosagem.

2.2 O ensaio de abatimento de tronco de cone (Slump test)

O ensaio de abatimento do concreto, também chamado de Slump Test, é regulamentado pela NBR NM 67/1998 e consiste na utilização de um molde em forma de tronco de cone metálico, com 30 cm de altura, 20 cm de diâmetro na base e 10 cm no topo. Esse procedimento, ilustrado na Figura 1, é realizado por meio das seguintes etapas:

- a) umedecer previamente o molde e a placa de apoio;
- b) preencher o molde rapidamente em três camadas de volumes iguais;
- c) adensar cada camada aplicando 25 golpes com a haste de compactação;
- d) nivelar a superfície superior do concreto utilizando uma desempenadeira;
- e) remover o excesso de material da base e retirar o molde, levantando-o de forma vertical e cuidadosa;
- f) realizar a medição do abatimento obtido no concreto.

Figura 1: Ensaio de abatimento de tronco de cone (Slump test).



Fonte: Pinheiro *et al.* (2012).

De acordo com a NBR 8953:2015, os concretos são categorizados em cinco classes distintas quanto ao abatimento do tronco de cone, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2: Classificação através do abatimento do tronco de cone.

Classe	Abatimento	Aplicações típicas
S10	$10 \leq A < 45$ mm	Concreto extrusado, vibroprensado ou centrifugado
S50	$50 \leq A < 95$ mm	Alguns tipos de pavimentos e elementos de fundações
S100	$100 \leq A < 155$ mm	Elementos estruturais com lançamento convencional
S160	$160 \leq A < 215$ mm	Elementos estruturais com lançamento bombeável
S220	≥ 220 mm	Elementos estruturais esbeltos ou com alta densidade de armaduras

Fonte: ABNT NBR 8953:2015

2.3 Dosagem do concreto

De acordo com Bauer (2003) e Neville e Brooks (2013), a dosagem do concreto consiste na seleção adequada dos materiais e na definição de suas proporções, buscando obter um produto com o menor custo possível, mas que atenda aos requisitos mínimos de desempenho, como resistência, durabilidade e consistência.

Para Neville e Brooks (2013), esse processo de escolha dos constituintes e de determinação de suas quantidades relativas recebe o nome de dosagem. Existem diferentes métodos de dosagem, que se agrupam em duas categorias principais: empírica e experimental. A dosagem empírica é aplicada geralmente em concretos de caráter não estrutural e baseia-se na prática adquirida por meio de experiências anteriores ou de procedimentos tradicionais.

Já a dosagem experimental envolve um estudo prévio e detalhado dos materiais que compõem o concreto, os quais são submetidos a ensaios em laboratório. A partir desses resultados, moldam-se corpos de prova para verificar o comportamento da mistura e definir suas proporções ideais.

2.4 Processos de cura

O termo cura refere-se ao conjunto de procedimentos aplicados para garantir a hidratação adequada do cimento, possibilitando o desenvolvimento da resistência do concreto. Esse processo envolve o controle da temperatura e da movimentação da água no interior da mistura, fatores que influenciam diretamente tanto a durabilidade quanto a resistência mecânica. Quando ocorre a perda de água interna por autodessecação, é fundamental que haja reposição por meio de água proveniente do meio externo, assegurando a continuidade da hidratação (Neville; Brooks, 2013).

Segundo a ABNT NBR 14931:2004, o concreto deve ser curado e protegido contra a ação de agentes externos prejudiciais. Essa proteção tem como finalidades principais:

- a) evitar a perda excessiva de água;
- b) garantir o desenvolvimento da resistência necessária;
- c) contribuir para a formação de uma superfície mais durável (ABNT, 2004).

Ainda conforme a NBR 14931:2004, diversos fatores podem comprometer o processo de cura e dificultar que o concreto atinja a resistência à compressão adequada. Entre esses agentes nocivos destacam-se: variações bruscas de temperatura, secagem acelerada, chuvas intensas, água em excesso sob fluxo contínuo, congelamento, ação de produtos químicos, além de impactos ou vibrações capazes de provocar fissuras na estrutura (ABNT, 2004).

2.4.1 Cura por Aspersão

A cura por aspersão é realizada mediante a aplicação de água sobre o concreto, de forma contínua ou em intervalos regulares. Esse método pode ser executado com o auxílio de

aspersores, sendo mais indicado para superfícies horizontais, como pavimentos. É necessário, contudo, ter atenção para que não ocorram secagens profundas, pois isso pode gerar fadiga superficial devido às frequentes variações de volume, em momentos em que o concreto ainda não atingiu resistência mecânica satisfatória (Bauer, 2016).

2.4.2 Cura úmida

Considerada a forma mais eficiente de cura, a submersão consiste em manter os corpos de prova totalmente imersos em tanques ou reservatórios com água. Apesar de sua eficácia, esse método apresenta limitações práticas e de aplicação, sendo viável apenas em situações específicas, como em pisos, lajes ou pavimentos que permaneçam livres de utilização durante os primeiros dias após a execução (Bauer, 2016).

2.4.3 Cura ao ar livre

O processo de cura ao ar livre ocorre quando o concreto permanece exposto diretamente às condições do ambiente, sem proteção contra fatores externos. Nessa situação, a estrutura não dispõe de barreiras que impeçam retração, perda de umidade ou variações térmicas, o que pode comprometer suas propriedades (SILVA et al., 2016).

2.4.4 Cura com água e cal hidratada

A cura com água saturada de cal hidratada consiste em manter os corpos de prova ou estruturas de concreto permanentemente imersos ou molhados por solução aquosa contendo cal, ou submetidos à aspersão dessa solução. Esse método oferece vantagens expressivas para a hidratação do cimento, pois além de evitar perdas de umidade por evaporação, a presença da cal ajuda a manter ambiente alcalino favorável, o que retardaria fissuração superficial e pode melhorar o desenvolvimento da resistência mecânica ao longo do tempo. Estudos brasileiros indicam que concretos submetidos à cura por aspersão de água com cal hidratada ou à imersão em água saturada com cal alcançam melhores resistências aos 28 dias, quando comparados com aqueles curados apenas ao ar ou por aspersão de água comum (Bresolin, 2016).

2.5 Resistência a compressão

Neville e Brooks (2013) destacam que a resistência do concreto é considerada sua característica mais significativa, pois fornece uma indicação geral da qualidade do material, estando intimamente ligada à estrutura da pasta de cimento hidratada. Além disso, a

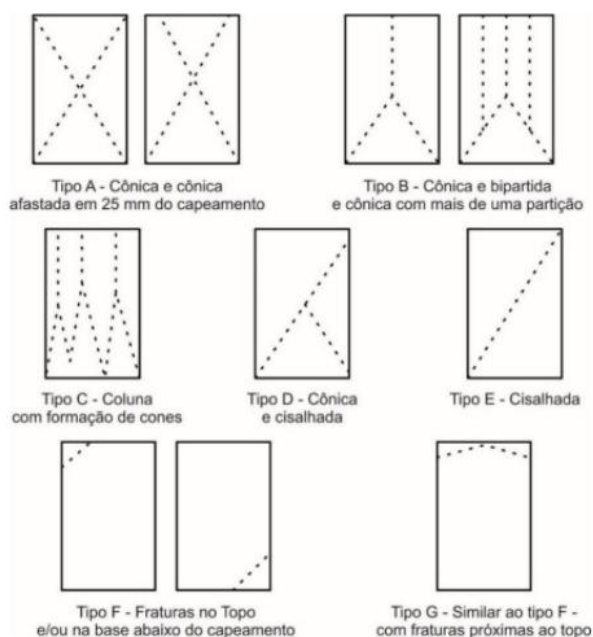
resistência é quase sempre um parâmetro essencial no dimensionamento estrutural e é utilizada como critério de controle. Petrucci (1998) reforça que a capacidade do concreto de resistir a esforços mecânicos é avaliada principalmente por sua resistência à compressão, a partir da qual é possível estimar seu comportamento frente a outras solicitações.

De acordo com Bauer (2003) e Neville e Brooks (2013), a resistência do concreto, em determinada idade e sob condições de cura úmida a uma temperatura controlada, é influenciada fundamentalmente por dois fatores: a relação água/cimento e o nível de adensamento da mistura.

Ainda segundo Neville e Brooks (2013), o ensaio mais realizado em concreto endurecido é o de resistência à compressão. Isso ocorre não apenas pela facilidade de execução do teste, mas também porque diversas propriedades desejáveis do concreto estão qualitativamente associadas à sua resistência, sendo a resistência à compressão um parâmetro crucial para o projeto estrutural.

O ensaio de compressão é concluído quando os corpos de prova alcançam sua carga máxima, ou seja, o limite máximo que conseguem suportar. Após atingir esse ponto, ocorre a ruptura completa do corpo de prova, a qual pode se manifestar de diferentes formas, como ilustrado na Figura 2.

Figura 2: Tipos de rupturas de corpos de prova

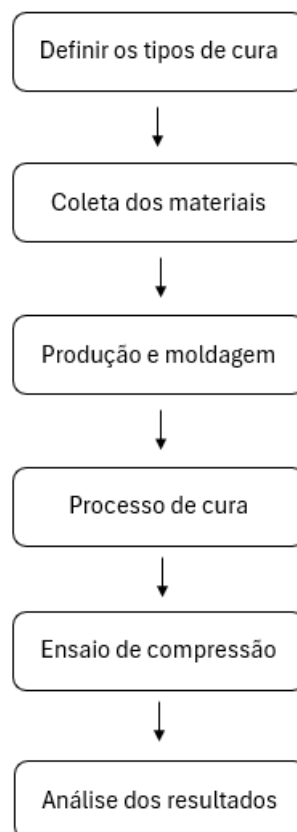


3 METODOLOGIA

Neste capítulo será apresentada a metodologia adotada, a dosagem dos materiais empregados e a descrição dos ensaios realizados no Laboratório de Materiais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido campus Caraúbas-RN.

A Figura 3 ilustra o fluxograma que sintetiza as etapas seguidas ao longo da pesquisa. O estudo foi desenvolvido em cinco fases principais: inicialmente, definiu-se os tipos de cura a serem analisados; em seguida, realizou-se a coleta dos materiais necessários; na terceira etapa procedeu-se à produção e moldagem dos corpos de prova do concreto convencional; em seguida, foi realizado o processo de cura, posteriormente, foram executados os ensaios de compressão axial; e, por fim, realizou-se a análise dos resultados obtidos.

Figura 3: Fluxograma das etapas realizadas no trabalho



Fonte: Autoria própria (2025)

3.1 Definir os tipos de cura

Nesse estudo, as variáveis independentes consideradas foram os tipos de cura e as idades em que os ensaios foram realizados. Foram definidos quatro métodos de cura e os ensaios foram realizados em duas idades de 7 e aos 28 dias. Para facilitar a identificação, cada um desses métodos recebeu uma nomenclatura específica, apresentada na Tabela 3.

Tabela 3: Variáveis do trabalho experimental

CORPOS DE PROVA	CONDIÇÕES DE CURA	TEMPO DE CURA
C1	Úmida	7 E 28 DIAS
C2	Ao ar livre	
C3	Com água e cal	
C4	Aspergido com água	

Fonte: Autoria própria (2025)

3.2 Coleta dos Materiais

A Tabela 4 mostra os materiais utilizados, juntamente com os locais de onde foram obtidos. Ressalta-se que a coleta de todos os insumos foi realizada com o uso adequado dos Equipamentos de Proteção Individual. A única exceção foi o cimento, adquirido em uma loja de materiais de construção localizada na cidade de Caraúbas/RN.

Tabela 4: Materiais utilizados

Material	Local de obtenção
Cimento	Caraúbas - RN
Areia	Ufersa Caraúbas
Brita	
Água	

Fonte: Autoria própria (2025)

3.3 Produção do concreto convencional

Nesta etapa, será abordado como foi feita a produção dos corpos de prova.

3.3.1 Separação dos moldes e materiais coletados

Em primeiro, foi feita a separação dos moldes metálicos dos corpos de prova cilíndricos com dimensões de 10 cm x 20 cm (diâmetro x altura), como mostra a Figura 4, em seguida, os materiais foram feitos a separação da brita, areia, cimento e água como mostra a Figura 5.

Figura 4: Moldes cilíndricos utilizados



Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 5: Materiais utilizados



Fonte: Autoria própria (2025)

Para a produção dos corpos de prova, foi considerado o seguinte traço:

Cimento: Areia: Brita: Água

1: 1,9: 2,5: 0,55

O traço utilizado neste estudo foi definido a partir de uma dosagem comumente aplicada no Laboratório de Materiais da UFERSA, campus Caraúbas, tomando como base o trabalho de Costa (2023). Nessa dosagem, foram adotados consumos de 386,79 kg/m³ de cimento, 742,09 kg/m³ de areia, 980,73 kg/m³ de brita e 212,80 kg/m³ de água. A partir desses valores, foi realizada a estimativa das quantidades necessárias de cada material, levando em consideração o traço estabelecido e os volumes correspondentes aos corpos de prova.

3.3.2 Volume dos moldes

Para a determinação do volume do corpo de prova cilíndrico, empregou-se a equação 1 do volume do cilindro, expressa da seguinte forma:

$$V = \pi r^2 h \quad (1)$$

Onde:

V = volume do cilindro (m³)

π = constante matemática (aproximadamente 3,1416)

r = raio da base do cilindro (m)

h = altura do cilindro (m)

Logo:

$$V = \pi * 0,05^2 * 0,20 = 0,00157 \text{ m}^3$$

O volume obtido corresponde a um corpo de prova. Considerando que foram moldados 23 corpos de prova, o valor do volume foi multiplicado por essa quantidade, resultando em:

$$V = 0,00157 * 23 = 0,03612 \text{ m}^3$$

Adicionando 10% de perdas temos:

$$V = 0,03612 * 1,10 = 0,03974 \text{ m}^3$$

Assim, na Tabela 5, adaptada de Costa (2023), apresenta os valores de volumes calculados, considerando uma taxa de perda de 10%.

Tabela 5: Volumes calculados

Moldes	Percentual de perdas (%)	Volume (m ³)
Cilíndricos	-	0,03612
Volume Total	10	0,03974

Fonte: Adaptado de Costa (2023)

Dessa forma, foi possível determinar a quantidade de cada material por traço, multiplicando-se o consumo correspondente pelo volume total, como apresentado na Tabela 6 adaptada de Costa (2023).

Tabela 6: Quantidade necessária de material por traço

Material	Consumo (Kg/m ³)	Traço	Quantidade (Kg)
Cimento	386,79	1	15,86
Areia	742,09	1,9	30,14
Brita	980,73	2,5	36,66
Água	212,8	0,55	8,72

Fonte: Adaptado de Costa (2023)

3.3.3 Produção dos corpos de prova

Com base nos valores adquiridos, foi possível iniciar o processo de produção do concreto convencional. Primeiramente, cada material foi pesado de acordo com seu traço, utilizando-se duas balanças com capacidades de 16 kg e 40 kg. Logo em seguida, realizou-se a separação dos materiais e, posteriormente, a mistura na betoneira de 150 L, previamente umedecida antes do início do processo. O procedimento de produção está ilustrado nas Figuras 6 e 7.

Figura 6: Pesagem



Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 7: Separação e mistura dos materiais



Fonte: Autoria própria (2025)

3.3.4 Abatimento de tronco de cone (Slump test)

A consistência do concreto convencional foi avaliada por meio do ensaio de abatimento (Slump Test), realizado conforme as especificações da ABNT NBR 16889:2020. O procedimento consiste em preencher o molde em três camadas, cada uma correspondendo a cerca de 1/3 da altura total, sendo adensadas com 25 golpes cada. Ao final, mede-se o abatimento utilizando a haste de adensamento, o tronco de cone e a base, conforme ilustrado na Figura 8.

Figura 8: Molde de tronco de cone utilizado para verificar o slump test



Fonte: Autoria própria (2025)

3.4 Moldagem dos corpos de prova

O primeiro procedimento consistiu na aplicação de desmoldante em todos os corpos de prova cilíndricos. Em seguida, realizou-se a moldagem, com adensamento manual em duas camadas, utilizando uma haste de adensamento e aplicando 12 golpes por camada, conforme ilustrado nas Figuras 9 e 10.

Figura 9: Aplicação do desmoldante



Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 10: Corpos de prova moldados



Fonte: Autoria própria (2025)

Dessa forma, com base na ABNT NBR 5738:2016, todos os corpos de prova permaneceram nos moldes por 24 horas. Após esse período, os corpos de prova cilíndricos foram desmoldados e submetidos aos quatro tipos de cura ao longo de 7 e 28 dias. A Figura 11, 12, 13 e 14 ilustra os corpos de prova durante o processo de cura.

Figura 11: Cura Úmida



Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 12: Cura com água e cal



Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 13: Cura ao Ar livre



Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 14: Cura por Aspersão



Fonte: Autoria própria (2025)

3.5 Ensaaios realizados

Nesta seção, serão apresentados os ensaios realizados com o objetivo de analisar o comportamento do concreto convencional.

3.5.1 Ensaio de compressão axial

A resistência à compressão axial foi determinada por meio do ensaio em corpos de prova cilíndricos, conforme a ABNT NBR 5739:2018. Os corpos de prova foram alinhados de modo que seus eixos coincidisse com o da máquina, garantindo que a força aplicada passasse pelo centro, sendo carregados até a ruptura. Antes do ensaio, os cilindros foram retificados com o auxílio de uma retífica específica, como mostra a Figura 15.

Figura 15: Retífica de corpos de prova de concreto



Fonte: Autoria própria (2025)

Em seguida, realizou-se o ensaio de compressão axial utilizando uma prensa hidráulica elétrica de 2000 kN, com velocidade de carregamento de cerca de 5 kN/s, conforme ilustrado na Figura 16.

Figura 16: Ensaio de compressão axial



Fonte: Autoria própria (2025)

Assim, para calcular a resistência à compressão axial foi calculada pela Equação 2:

$$f_c = \frac{4 * F}{\pi * D^2} \quad (2)$$

Onde:

f_c = Resistência à compressão (MPa);

F = Força máxima alcançada (N);

D = Diâmetro do corpo de prova (mm).

3.6 Análise dos dados

Nessa etapa foi feita a análise dos resultados obtidos a partir dos ensaios realizados, a fim de verificar o desempenho da resistência à compressão do concreto convencional em diferentes condições de cura e idades de ensaio.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Concreto estado fresco

4.1.1 Slump Test

O primeiro ensaio realizado foi o de abatimento do tronco de cone (slump test), destinado à determinação da consistência do concreto, conforme procedimento ilustrado na Figura 17. O valor obtido foi de 70 mm, enquadrando-se na faixa especificada de 50 a 100 mm conforme a NBR 8953:2015.

Figura 17: Resultado Slump Test



Fonte: Autoria própria (2025)

4.2 Métodos de cura utilizados

Para o processo de cura dos corpos de prova, foram moldados seis exemplares para cada um dos métodos: cura úmida, cura com água e cal hidratada e cura ao ar livre. Já para o método de cura por aspersão, foram preparados cinco corpos de prova. No ensaio, os corpos de prova foram destinados da seguinte forma:

- Cura por aspersão: 2 corpos de prova rompidos aos 7 dias e 3 corpos de prova rompidos aos 28 dias.
- Demais métodos de cura 6 corpos de prova: 3 exemplares rompidos aos 7 dias e 3 exemplares rompidos aos 28 dias.

4.3 Ensaio do concreto no estado endurecido

4.3.1 Resistência à compressão axial

Todos os corpos de prova foram identificados e submetidos ao ensaio de resistência a compressão axial de acordo com a ABNT NBR 5739:2018, a Figura 18 abaixo, mostra a realização do ensaio.

Figura 18: Ensaio de compressão axial



Fonte: Autoria própria (2025)

Os resultados dos rompimentos obtidos através dos ensaios nas idades de 07 e 28 dias estão apresentados nas Tabelas 7 e 8.

Tabela 7: Resultado do ensaio aos 7 dias

CORPOS DE PROVA	CONDIÇÕES DE CURA	RESISTÊNCIA AOS 7 DIAS (MPa)	MÉDIA (MPa)	DIFERENÇA %
C1	Úmida	19,3	18,5	–
		18,5		
		17,5		
C2	Ar livre	15,7	14,6	-21%
		14,3		
		13,8		

C3	Com água e cal	17,6	16,5	-11%
		16,9		
		15,0		
C4	Aspergido com água	11,8	12,3	-34%
		12,8		

Fonte: Autoria própria, 2025

Tabela 8: Resultado do ensaio aos 28 dias

CORPOS DE PROVA	CONDIÇÕES DE CURA	RESISTÊNCIA AOS 28 DIAS (MPa)	MÉDIA (MPa)	DIFERENÇA %
C1	Úmida	24,0	23,3	–
		22,9		
		23,1		
C2	Ar livre	18,1	18,6	-20%
		19,5		
		18,1		
C3	Imerso com água e cal	23,1	24,2	4%
		24,1		
		25,2		
C4	Aspergido com água	14,2	14,7	-37%
		16,2		
		13,8		

Fonte: Autoria própria, 2025

A diferença percentual apresentada nas tabelas foi obtida com base na comparação entre a média de resistência à compressão do corpo de prova padrão (cura úmida) e as médias obtidas nas demais condições de cura. O cálculo foi realizado utilizando a seguinte expressão:

$$Diferença (\%) = \frac{(Média da cura analisada - Média da cura úmida)}{Média da cura úmida}$$

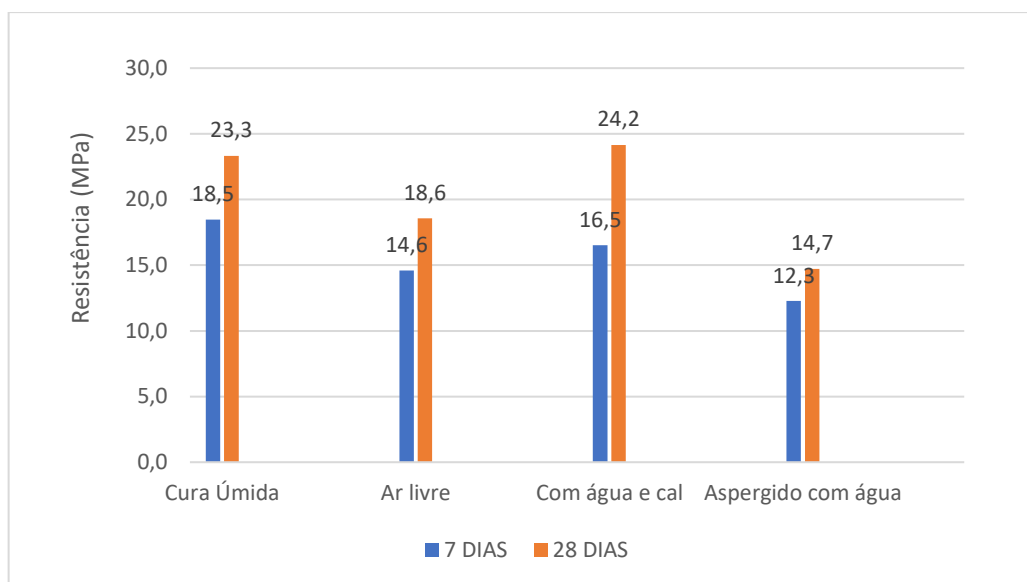
Dessa forma, valores negativos indicam uma redução da resistência em relação à cura úmida, enquanto valores positivos representam um aumento. Esse procedimento permitiu quantificar a variação do desempenho mecânico dos concretos em função do tipo de cura adotado.

Assim, com base nos resultados pode-se verificar qual tipo de cura teve melhor resistência à Compressão com base condições de cada cura.

4.2.3 Discussão dos Resultados

Com base na média dos resultados obtidos nos ensaios de compressão axial, foi elaborado um gráfico destinado a avaliar, de forma comparativa, a influência dos diferentes procedimentos de cura no desenvolvimento da resistência mecânica do concreto, considerando as idades de 7 e 28 dias.

Gráfico 1: Resistência a compressão 7 e 28 dias



Fonte: Autoria própria, 2025

Analisando os resultados dos rompimentos dos corpos de prova aos 7 dias, observou-se que a cura úmida apresentou a maior resistência média, em seguida da cura com água e cal hidratada. Já a cura ao ar livre resultou em valores inferiores, enquanto a aspergida com água apresentou o pior desempenho, cerca de 55% menor em relação à cura úmida. Esses resultados indicam que a manutenção contínua da umidade é essencial para o ganho inicial de resistência, conforme destaca a literatura (NEVILLE, 2016).

Aos 28 dias, a cura úmida manteve os melhores resultados, seguida da cura com água e cal, que inclusive apresentou desempenho ligeiramente superior. Já a cura ao ar livre apresentou redução significativa de resistência, enquanto a aspersão com água obteve apenas 14,723 MPa. Essa diferença confirma que métodos de cura inadequados comprometem o processo de hidratação do cimento e, conseqüentemente, a resistência mecânica final do concreto.

Durante os 28 dias de ensaio, as condições climáticas apresentaram temperatura média de aproximadamente 29 °C, com alta incidência solar e apenas quatro dias de chuva fraca.

Para os corpos de prova submetidos à cura por aspersão, a aplicação de água foi realizada uma vez ao dia nos primeiros sete dias. Essas condições influenciaram principalmente os corpos de prova mantidos ao ar livre e os aspergidos, pois a combinação de calor intenso e radiação solar acelerou a evaporação da água, dificultando a manutenção da umidade necessária para a hidratação do cimento. De acordo com a literatura, quando não há controle adequado da cura, temperaturas elevadas e baixa umidade relativa podem reduzir significativamente a resistência final do concreto (ACI, 2011; YUAN et al., 2020).

Assim, pode-se afirmar que os métodos de cura úmida e a cura com água e cal hidratada foram os mais eficientes e podem ser aplicados em obras atuais, principalmente em regiões de clima quente. Por outro lado, os métodos de cura ao ar livre e de aspersão com água por tempo limitado não são recomendados, pois resultaram em perdas expressivas de resistência.

Portanto, os resultados obtidos reforçam a importância da cura adequada para a durabilidade e desempenho estrutural do concreto, sendo a manutenção contínua da umidade uma condição indispensável para garantir o desenvolvimento das propriedades mecânicas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da moldagem e ensaio de corpos de prova, esta pesquisa teve como propósito avaliar a influência de diferentes métodos de cura na resistência à compressão axial do concreto aos 7 e 28 dias. Considerando que o concreto é amplamente empregado na construção civil e constantemente exposto a intempéries, como radiação solar, variações de temperatura, chuvas e ventos, tornou-se relevante analisar o desempenho do material sob distintas condições de cura. Sabe-se que a escolha do procedimento e o tempo de manutenção influenciam diretamente o desenvolvimento das propriedades mecânicas, resultando em resistências variadas ao longo do tempo.

No presente estudo, as condições testadas mostraram comportamentos distintos. Aos 7 dias, a cura úmida apresentou a maior resistência média, enquanto a cura por aspersão de água obteve resultados aproximadamente 55% inferiores, evidenciando a importância da manutenção contínua da umidade para o ganho inicial de resistência. Aos 28 dias, a cura com água com cal apresentou desempenho ligeiramente superior ao da cura úmida, ambas alcançando valores bem mais elevados em comparação aos outros métodos. Já a cura ao ar livre apresentou reduções significativas e a aspersão limitou-se a 14,723 MPa, resultado prejudicado pelas condições climáticas registradas durante o ensaio, com temperatura média de 29 °C e elevada incidência solar.

Os resultados obtidos confirmam que a ausência de um controle eficaz da cura compromete a hidratação do cimento, reduzindo de maneira significativa a resistência final do concreto. Dessa forma, recomenda-se a aplicação de técnicas que assegurem a manutenção da umidade, como a cura úmida e a imersão em água com cal, sobretudo em regiões de clima quente, garantindo não apenas melhor desempenho mecânico, mas também maior durabilidade e segurança estrutural.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14931: Execução de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16697: Cimento Portland – Requisitos. Rio de Janeiro, 2018.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16889: Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 2020.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2015.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739: Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2018.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7211: Agregados para concreto – Especificação. 3. ed. Rio de Janeiro, 2009.

ACI – AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. Guide to Curing Concrete – ACI 308R-01. Farmington Hills: ACI, 2011.

BAUER, L. F. Materiais de construção. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

BAUER, L. F. Materiais de construção. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

BRESOLIN, G. Influência das técnicas de cura na resistência do concreto e análise da incorporação de cal hidratada na técnica de cura por aspersão periódica de água. 2016. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Vale do Taquari – Univates, Lajeado, 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10737/1276>. Acesso em: 21 set. 2025.

COSTA, L. D. M. Análise da utilização de fibras poliméricas em estruturas de concreto. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caraúbas, 2023.

GUERRA, R. S. T. Abrams – A relação água/cimento. São Paulo: Clube do Concreto, 2013. Disponível em: <https://www.clubedoconcreto.com.br/>. Acesso em: 21 set. 2025.

HELENE, P.; LEVY, S. Cura do concreto. Mérida, México: ALCONPAT Internacional – Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, 2013. Disponível em: <https://www.alconpat.org/>. Acesso em: 19 jul. 2025.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concreto: microestruturas, propriedades e materiais. 2. ed. São Paulo: IBRACON, 2008.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concreto: microestruturas, propriedades e materiais. 2. ed. São Paulo: IBRACON, 2014.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concreto: microestruturas, propriedades e materiais. 2. ed. São Paulo: IBRACON, 2015.

NEVILLE, A. M. Propriedades do concreto. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.

NEVILLE, A. M.; BROOKS, J. J. Tecnologia do concreto. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

PINHEIRO, L. Estruturas de concreto. São Paulo: EESC, 2012.

QUARESMA, L. F. Agregados para construção civil: perfil de brita para construção civil. Ministério de Minas e Energia. Brasília, 2009. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/>. Acesso em: 31 ago. 2025.

SILVA, A. V. R. da; DINIZ, H. A. A.; RIBEIRO, J. A. E.; OLIVEIRA, S. S.; GOMES, V. L. L. Influência do processo de cura em concreto convencional em seis idades. In: **VII CONNEPI – Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação**, Palmas, Tocantins, 2012.

SOUZA, V. C. M. de; RIPPER, T. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. São Paulo: Pini, 1998.

THE WEATHER CHANNEL. Clima mensal para Caraúbas, Rio Grande do Norte, Brasil. Disponível em: <https://weather.com/pt-BR/clima/mensalmente/l/7a619ee9cd4d5df9626b3b11af95bd8a96e7830c4736c55011d565cc2ba497e8>. Acesso em: 3 set. 2025.

