



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
(UFERSA) – CAMPUS ANGICOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS (DENGGE)
CURSO: ENGENHARIA CIVIL**

SIRLENO ITAMAR BARBOSA PINHEIRO

**ESTUDO DA CAPACIDADE DE ISOLAMENTO TÉRMICO DE BLOCOS
CELULARES AUTOCLAVADOS**

**ANGICOS/RN
2022**

SIRLENO ITAMAR BARBOSA PINHEIRO

**ESTUDO DA CAPACIDADE DE ISOLAMENTO TÉRMICO DE BLOCOS
CELULARES AUTOCLAVADOS**

Trabalho Final de Graduação apresentado
a Universidade Federal Rural do Semi-
Árido como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Kleber Cavalcanti Cabral

© 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.

PP654 Pinheiro, Sirleno Itamar Barbosa.
e Estudo da Capacidade de Isolamento Térmico de
Blocos Celulares Autoclavados / Sirleno Itamar
Barbosa Pinheiro. - 2022.
51 f. : il.

Orientador: Kleber Cavalcanti Cabral.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2022.

1. Bloco de Concreto. 2. Características. 3.
Aplicação. 4. Densidade. 5. Capacidade Térmica. I.
Cabral, Kleber Cavalcanti , orient. II. Título.

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

Biblioteca Campus Angicos
Bibliotecário: Helder Romero Maia Duarte
CRB: 15/673

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.

SIRLENO ITAMAR BARBOSA PINHEIRO

**ESTUDO DA CAPACIDADE DE ISOLAMENTO TÉRMICO DE BLOCOS
CELULARES AUTOCLAVADOS**

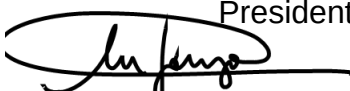
Trabalho Final de Graduação
apresentado a Universidade Federal
Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel
em Engenharia Civil.

Defendida em: 08 / 06 / 2022.

BANCA EXAMINADORA



Kleber Cavalcanti Cabral, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente



Wendell Rossine Medeiros de Souza, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

Assinado de forma digital por WENDELL
ROSSINE MEDEIROS DE SOUZA:01875503447
Dados: 2022.06.08 10:18:20 -03'00'



Isla Licely Rodrigues Batista, Engenheira Civil
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu bom Deus, que em todos os momentos da minha vida, nunca me abandonou.

Agradeço a minha esposa Jussara Cunha e nossa filha Maria Beatriz, por toda a paciência e companheirismo, que em todas as dificuldades estiveram sempre ao meu lado.

Agradeço aos meus pais Severino Aires e Maria das Dores por me educarem e hoje eu ser um homem digno.

Agradeço ao meu Professor e Orientador Kleber Cavalcanti Cabral que me orientou nesta jornada, assim como pela paciência em me atender e conceder novos conhecimentos.

Agradeço ao corpo docente da UFERSA/Angicos, pelos ensinamentos e por me proporcionar um horizonte de aprendizados que serão revertidos em oportunidades.

Agradeço aos meus amigos e companheiros de sala por compartilhar cada momento de sucesso e dificuldade ao qual contornamos com sucesso.

*“Não há sensação melhor que
a de superar um obstáculo que
pensávamos ser impossível e
descobrir o quanto somos
fortes.”*

(Autor Desconhecido)

RESUMO

A evolução humana se mantém constante desde sua origem, assim como os elementos necessários que constituem a sociedade. Dito isto, em relação ao campo da construção civil existe uma necessidade de constantes melhorias, até mesmo para os materiais e métodos dos processos construtivos. Ou seja, devem ser criados meios que atendam às necessidades do indivíduo afim de trazer maior qualidade de vida e segurança de forma econômica e sustentável. Diante deste cenário, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma análise do sistema de vedação quanto a capacidade térmica do bloco de concreto autoclavado desenvolvido por uma empresa no município de Angicos/RN. Foram analisados parâmetros térmicos do bloco autoclavado; caracterização dos blocos quanto a densidade; e identificados pontos positivos e negativos do processo executivo. Os métodos utilizados para realização do presente estudo partiu de uma investigação experimental e exploratória ao qual foi possível concluir que para o bloco de concreto celular autoclavado possui capacidade térmica aceitável atendendo as especificações dispostas nas normas vigentes para esse bloco. Ficou constatado que o bloco investigado é um bom isolante térmico pois no horário mais quente do dia a variação de temperatura da face externa para face interna chegou a atingir um percentual de 19% de retenção de calor. Quanto a densidade do bloco, foi constatado que essa equivale a 1/3 do bloco convencional. Por fim, pôde-se concluir que o bloco de concreto celular desenvolvido pela AG3 engenharia pode proporcionar aos usuários um bom conforto térmico em ambientes fechados devido a sua capacidade de bloqueio térmico sem comprometer a integridade estrutural das edificações onde o mesmo pode ser aplicado.

Palavras-Chave: Bloco de Concreto. Características. Aplicação. Densidade. Capacidade Térmica.

Abstract

Human evolution has remained constant since its origin, as well as the necessary elements that constitute society. That said, in relation to the field of civil construction, this need is configured as an urgency, if the materials and construction processes are considered. That is, means must be created that meet the needs of the individual in order to bring greater quality of life and security in an economic and sustainable way. Given this scenario, the present work aims to carry out an analysis of the sealing system regarding the thermal capacity of the autoclaved concrete block developed by a company in the municipality of Angicos/RN. Thermal parameters of the autoclaved block were analyzed; characterization of blocks in terms of density; and identified positive and negative aspects of the executive process. The methods used to carry out the present study came from an experimental and exploratory investigation, in which it was possible to conclude that for the autoclaved cellular concrete block it has an acceptable thermal capacity, meeting the specifications set out in the current standards for this block. It was found that the investigated block is a good thermal insulator because at the hottest time of the day the temperature variation from the external face to the internal face reached a percentage of 19% of heat retention. As for the density of the block, it was found that it is equivalent to 1/3 of the conventional block. Finally, it was concluded that the cellular concrete block developed by AG3 Engenharia can provide users with good thermal comfort in closed environments due to its thermal blocking capacity without compromising the structural integrity of the buildings where it can be applied.

Keywords: Concrete Block. Features. Application. Density. Thermal Capacity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Blocos de Concreto Celular Autoclavados.	20
Figura 2 - BCCA utilizados para construção de uma edificação em Angicos/RN.....	21
Figura 3 - Cimento Nacional CP-V usado na fabricação de BCCA.	28
Figura 4 - Compressor (esquerda) e processo de mistura para fabricação do aditivo.	28
Figura 5 - Processo de cura (Secagem), dos blocos de BCCA.....	29
Figura 6 - Armazenamento dos Blocos CCA.....	29
Figura 7 - Fixação dos termômetro no BCCA na parede interna e externa da edificação.	30
Figura 8 - Massa do BCCA desenvolvido em Angicos/RN.....	32
Figura 9 - Planta Baixa da edificação com a disposição dos termômetros (Interno e Externo).....	33
Figura 10 - Dimensões do BCCA produzido em Angicos/RN.....	34
Figura 11 - Norte Magnético em relação a edificação fonte da pesquisa (PARTE 1).	36
Figura 12 - Norte Magnético em relação a edificação fonte da pesquisa (PARTE 2).	37
Figura 13 - Norte Magnético em relação a edificação fonte da pesquisa (PARTE 3).	37

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Temperatura média final para 30 dias de medição (Parede Interna x Externa).....	36
Gráfico 2 – Medições de temperaturas interna e externa no período 01.04.2022 a 07.04.2022.	38
Gráfico 3 – Medições de temperaturas interna e externa no período 08.04.2022 a 14.04.2022.	38
Gráfico 4 – Medições de temperaturas interna e externa no período 15.04.2022 a 21.04.2022.	39
Gráfico 5 – Medições de temperaturas interna e externa no período 22.04.2022 a 28.04.2022.	39
Gráfico 6 – Medições de temperaturas interna e externa no período 29.04.2022 a 30.04.2022.	40

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características do BCCA.	22
Quadro 2 - Influência da cura em um BCCA.	24
Quadro 3 - Classes e Resistências.	25
Quadro 4 - Características do Cimento CP-V Nacional.	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Massa dos blocos CCA.	35
Tabela 2 - Desvio Médio e Desvio Padrão (Face Interna).....	40
Tabela 3 - Desvio Médio e Desvio Padrão (Face Externa).	41
Tabela 4 - Transferência e Fluxo de calor do BCCA analisado.....	42

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BCCA	Bloco de Concreto Celular Autoclavado
CCA	Concreto Celular Autoclavado
cm	Centímetro
CNPJ	Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica
CP – V	Cimento Portland
EPS	Poliestireno Expandido
NBR	Norma Brasileira
KG	Quilogramas
mm	Milímetro
M²	Metro Quadrado
Mpa	Mega Pascal
dB	Decibéis
RN	Rio Grande do Norte
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. OBJETIVOS	15
1.1.1 Objetivo Geral	15
1.1.2 Objetivos Específicos.....	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1 BREVE HISTÓRICO SOBRE A CONSTRUÇÃO CIVIL	17
2.2 INTRODUÇÃO AO BLOCO DE CONCRETO CELULAR AUTOCLAVADO	19
2.3 PROPRIEDADES DO BCCA	22
2.3.1 Porosidade e Permeabilidade	22
2.3.2 Densidade.....	23
2.3.3 Condutividade Térmica	23
2.3.4 Resistência a compressão	24
3. METODOLOGIA	26
3.1 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	26
3.2 PROCESSO DE PRODUÇÃO DO BLOCO CCA EM ANGICOS/RN	26
3.3 PROCEDIMENTO E COLETA DE DADOS	30
3.4 DETERMINAÇÃO DAS DIMENSÕES E PROCEDIMENTO PARA CALCULO DA DENSIDADE DO BLOCO CCA.....	31
3.5 DISPOSIÇÃO DOS TERMÔMETROS NO BLOCO DA EDIFICAÇÃO	32
3.6 TRATAMENTO DOS DADOS	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	34
4.1 DIMENSÕES E DENSIDADE DO BLOCO BCCA PRODUZIDO NO MUNICÍPIO DE ANGICOS/RN	34
4.2 PARÂMETROS TÉRMICOS DO BLOCO CCA PRODUZIDO NO MUNICÍPIO DE ANGICOS/RN	36
4.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DO BCCA	43
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
REFERENCIAS.....	47

1. INTRODUÇÃO

Em um contexto histórico, o campo da construção civil está totalmente relacionado a evolução do homem, no qual, logo de início, tal campo se remetia a questões ligadas a segurança. No entanto, constantemente vem ocorrendo transformações em um contexto geral o que reflete para manutenção de um mercado que pode ser cada vez mais promissor. Levando em consideração aspectos como a coerência modular, o campo específico de estudo dos materiais e também a racionalização dos meios, mesmo que sendo de forma peculiar na Arquitetura Gótica, algumas instruções, modelos e formatos construtivos foram mantidos no período chamado “Era Moderna” (VARISCO, 2014).

Nos dias atuais, é perceptível a necessidade de aliar no setor da construção civil a relação construtor e consumidor, segurança com a qualidade e confiabilidade, custo e benefício e por último, com o conforto. São esses os fatores que devem fazer parte do escopo do projeto da construção e se manter presente até mesmo após a conclusão e entrega da edificação construída (CELESTINO, 2021).

Com isso, conceber vida útil e longa duração para uma edificação pode gerar impactos positivos tanto em caráter ambientais como em caráter financeiro. Dito isto, promover a durabilidade de uma construção é dependente da escolha dos materiais a serem utilizados em conjunto com técnicas construtivas.

Em um mercado no qual a concorrência está cada vez mais acirrada e os clientes cada vez mais existentes, faz com que sejam cabíveis evolução do processo de controle e métodos construtivos, independentemente da complexidade visando com isso a redução de perdas assim como os gastos desnecessários. Ou seja, se tratando da compra de materiais, é cada vez mais aceitável a utilização de técnicas e meios que possibilitem chegar-se ao melhor desempenho (FERRAZ, 2011).

Neste sentido, visando a minimização de tempo e dinheiro, dando ênfase a funcionalidade de uma obra, que não gere impactos negativos ao meio ambiente e que ofereça um bom isolamento térmico, diante das variações de temperatura no qual está situada a obra, os blocos de concreto celular autoclavados se encaixam nessa perspectiva (WITZKE, 2015).

Ainda de acordo com Witzke (2015), os blocos comumente utilizados nas edificações – blocos cerâmicos – são passíveis de ter seus benefícios em menor escala, se tratando do tempo de execução e quantidade elevada de mão de obra para

serem executados. No entanto, o emprego de blocos de concreto celular autoclavado podem possibilitar uma construção mais enxuta, devido a maior agilidade de execução da alvenaria, um custo-benefício maior, se auto destacando no quesito conforto térmico.

Dito isto, o emprego do bloco celular autoclavado é possivelmente considerado um meio construtivo que promove uma construção limpa, baixa geração de resíduos construtivos e por último, uma menor emissão de gases na atmosfera durante sua fabricação (FERRAZ, 2011).

Diante do exposto, pode-se perceber que o bloco de concreto autoclavado influencia na temperatura de ambientes, assim o presente trabalho trata do estudo relacionado ao comportamento térmico de blocos celulares autoclavados produzido por uma empresa no município de Angicos/RN.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Realizar uma análise do sistema de vedação quanto a capacidade térmica do bloco de concreto autoclavado desenvolvido por uma empresa no município de Angicos/RN.

1.1.2 Objetivos Específicos

Para atender ao objetivo geral, foram designados como objetivos específicos:

- Analisar parâmetros térmicos do bloco autoclavado produzido no município de Angicos;
- Caracterizar os blocos estudados quanto a densidade;
- Identificar pontos positivos e negativos do processo executivo utilizando esse bloco no município de Angicos.

O presente trabalho é justificado devido ao fato de o bloco produzido em Angicos e desenvolvido pela empresa AG3 Engenharia, Projetos e Construções, localizada em Angicos/RN, ainda não ter sido realizado nenhum tipo de análise ou qualquer tipo de estudo se atentando aos parâmetros do mesmo.

Isso porque, tal bloco tem pouco tempo de criação por parte da empresa e segundo o desenvolvedor, o bloco pode apresentar características que permite promover a sensação de um ambiente mais frio, considerando a região e clima do município de Angicos, no estado do Rio Grande do Norte.

A empresa ao qual foi a desenvolvedora do bloco de concreto celular autoclavado, foi criada em 2015 e seu foco principal era desenvolvimento de projetos e construções. No entanto, a partir do final de 2019 com o início da pandemia da COVID-19, foi iniciado o estudo para desenvolvimento do BCCA consequentemente os testes no processo de produção. Em paralelo a realização dos testes do BCCA, a empresa começou a fabricar tinta bloco, massas corridas, cola bloco.

Em relação ao BCCA, a empresa já possui em seu currículo um total de 8 edificações realizadas com o bloco desenvolvido pela mesma, sendo 2 prédios comerciais e 6 residências.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 BREVE HISTÓRICO SOBRE A CONSTRUÇÃO CIVIL

As origens construtivas de edificações se remetem as iniciativas e execuções do homem nos períodos remotos da humanidade. Isso porque, registros antigos relatam que o homem tinha um estilo de vida nômade ao qual viviam em constantes mudanças que se justificava mediante a necessidade de recursos vitais para sua sobrevivência, como água e alimentos (BERNARDINO; ISOPPO, 2017).

A partir do momento em que o homem começa a se fixar em regiões definitivamente, o mesmo começa a perceber a necessidade de construir edificações como moradias para melhor comodidade sua e de seus familiares, assim como para trabalhar, armazenar mantimentos, proteção contra fatores externos, entre outros (BERNARDINO; ISOPPO, 2017).

A evolução e desenvolvimento da construção civil abrange algo em torno de seis mil anos, deixando as cavernas já concretas mediante as ações da natureza para moradias com maior segurança e comodidade. Há dois mil anos atrás, as construções são apresentadas em formato de templos, palácios, canais, pirâmides, entre outros, com estruturas imponentes (SOUZA, 2019).

Anda de acordo com Souza (2019), começam a se destacar os portugueses no qual a partir da utilização de pedras e madeira no Século XVI, constroem edificações que juntamente com alguns detritos específicos, buscavam eliminar qualquer eventualidade de frechas e fissuras que pudessem trazer algum tipo de inconveniência.

A alavancagem da engenharia civil tem seu ápice ainda no continente europeu que logo após o término da Segunda Grande Guerra Mundial e em meio a Revolução Industrial, no qual em 1945, a destruição deu lugar a reconstrução do velho continente, partindo da construção de habitações destinadas a abrigar famílias e atender situações específicas de instabilidade. Porém, mesmo em meio a reconstrução das edificações o que se viu para a época foi a ousadia no tempo para reconstrução devido a maior agilidade nos processos construtivos, sem deixar de proporcionar maior segurança e qualidade (VARISCO, 2014).

Confirmando o que foi dito, Pelacani (2010, p. 19), diz que:

A construção civil, como atividade técnica, sucedeu à construção bélica, e seus profissionais, inicialmente nas escolas de Engenharia Militar, e para atender à diversidade da construção civil e à perene evolução de sua técnica, as primitivas escolas de Engenharia Militar se foram transmutando em escolas mistas – militar e civil. Depois de se desmembrarem em cursos autônomos e, afinal, as escolas de Engenharia Civil se transformaram em escolas politécnicas, repartindo seus cursos nas várias especializações contemporâneas (PELACANI, 2010, p. 19).

Alinhado ao maior desempenho construtivo, foram elevados também o quesito estético de alto padrão, o que chamou a atenção e de maneira mais abrangente, conquistou espaços e produtividade no continente específico, como também em diversas regiões do mundo (VARISCO, 2014).

Foi somente a partir de tais acontecimentos que houveram os primeiros aprimoramentos e evoluções devido também ao desenvolvimento tecnológico, que veio a culminar com maior procura de processos e soluções renovadoras, destinadas a atender as necessidades do consumidor moderno (PELACANI, 2010).

Em meados da década de 90, as exigências do mercado corroborou para as constantes inovações para realização de obras, provendo diferenciais de acordo com a demanda de tempo e capital. Ou seja, a construção civil é constantemente pressionada para promover coisas novas, sejam nos processos, sejam na mão de obra ou qualquer outra composição, no qual a racionalização construtiva relacionada a qualidade e segurança são tidas como primordiais (KLAUMANN; CARVALHO, 2017).

Dito isto, Sabbatini (1989, p. 54), enfatiza que a racionalização construtiva é:

[...] um processo composto pelo conjunto de todas as ações que tenham por objetivo otimizar o recurso de materiais, humanos, organizacionais, energéticos, tecnológicos, temporais e financeiros disponíveis na construção em todas as suas fases” e tecnologia construtiva é “um conjunto sistematizado de conhecimentos científicos e empíricos, pertinentes a um modo específico de se construir um edifício (ou uma sua parte) e empregados na criação, produção e difusão desse modo de construir.

Em relação ao histórico da construção civil no Brasil, só apenas a partir da década de 50, através da implementação do Plano de Metas pelo governo federal plano esse conhecido também pelo título “Cinquenta anos em Cinco”, foi que o setor de construção civil começou a despontar como atividade industrial influenciando positivamente em um contexto econômico e social (CUNHA, 2012).

Já na década seguinte, o Brasil foi passível de uma inflação sem precedentes havendo uma brusca redução da atividade econômica, ao qual pôde ser notada e evidenciada pela retração do crescimento do PIB. Apesar do chamado Plano Trienal entrar em vigor, esse foi um fracasso no qual a inflação atingiu um pico histórico de 91,8% que foi impactante para a construção civil, isso porque o setor dependente de linhas de crédito para financiar as obras (CUNHA, 2012).

De forma breve, a construção civil nos anos 70 foi impulsionada durante o regime militar, através de financiamentos de grandes proporções ao qual foi diminuída a deficiência das morarias por meio da construção de edifícios. Já nos anos 90 e 2000, o setor da construção civil se atenta a capacitação da mão de obra, qualificando-a e criando novos modelos de produção. E por fim, atualmente a crise mundial que assola o mundo vem afetando o setor, ao qual tende a resistir, porém com forte resistência (SOUZA, 2019).

Isso remete a necessidade de inovações constantemente para o segmento da construção civil, não se restringindo a apenas a redução de gastos, mais sim, investindo em novas possibilidades para tornar o setor mais forte e competitivo (PERON, 2018).

Apesar das dificuldades existentes no setor, esse continua em evolução, são idealizadas novas formas de tornar a execução de uma edificação menos impactante economicamente, esteticamente e ambientalmente, que é o caso por exemplo dos blocos de concretos celulares autoclavados. Vale salientar que esse tipo de bloco celular ainda não foi difundido no Brasil, havendo produção em larga escala somente em Minas Gerais e Santa Catarina (RODRIGUES, 2012).

2.2 INTRODUÇÃO AO BLOCO DE CONCRETO CELULAR AUTOCLAVADO

O denominado Bloco de Concreto Celular Autoclavado – BCCA – foi idealizado e executado por Joahan Axel Erickon, sendo esse o dono da patente sobre concretos celulares, em 1923 na Suécia. No entanto, foram surgindo patentes quanto à fabricação de concretos celulares ao qual foram evoluindo, melhorando e se adaptando para serem utilizadas em variados locais (VILANOVA, 2017).

Remetendo-se ainda ao seu idealizador, Joahan estudou o concreto celular autoclavado por que queria uma opção com características semelhantes às da

madeira, tendo uma estrutura sólida, assim como na conclusão, fornecer isolamento térmico (FERRAZ, 2011).

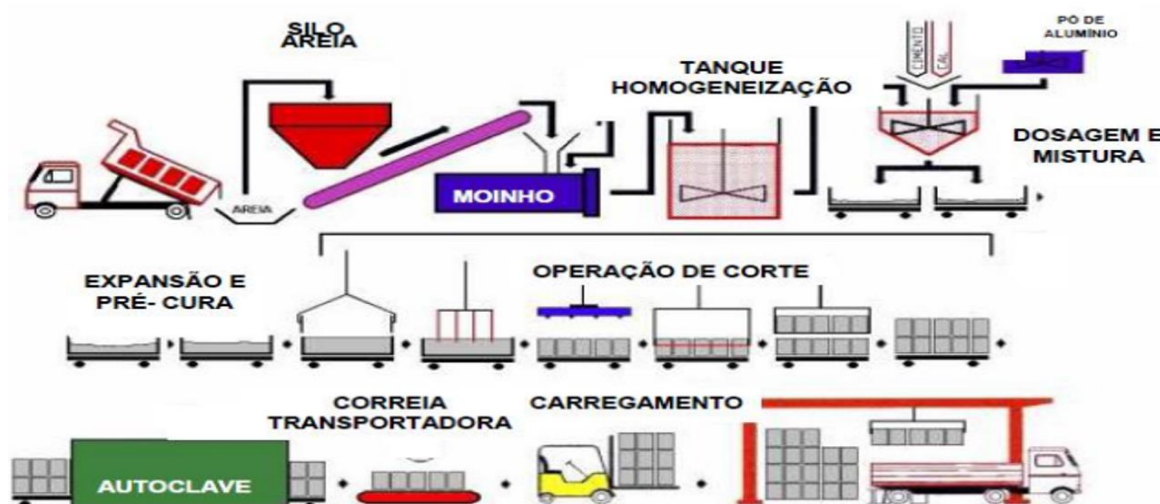
No Brasil o bloco celular autoclavado ainda não é unanimidade pois poucas empresas fabricam, e esse é comumente utilizado em vedações de escadarias e caixa d'água por se enquadrar nas especificações do Corpo de Bombeiros de alguns estados brasileiros (PERON, 2018).

Diante do exposto, a Associação Brasileira de Normas Técnicas que no texto dentro da NBR-13.438 (ABNT, 1995) – Blocos de Concreto Autoclavados, apresenta a seguinte definição para tal tipo de bloco:

É um concreto leve obtido através de um processo industrial, constituído de materiais calcários (cimento, cal ou ambos) e materiais ricos em sílica, granulados finamente. Esta mistura é expandida através da utilização de produtos formadores de gases, água e aditivos, se for o caso, sendo submetidos à pressão e temperatura através de vapor saturado. O concreto celular Autoclavado contém células fechadas, aeradas, uniformemente distribuídas. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p.1).

O bloco de concreto celular autoclavado, pode ser produzido a partir da mistura de areia, cal, cimento, água e pó de alumínio. Em seguida, é formado uma pasta colocada em moldes com formatos retangulares ou cúbicos e em seguida mantem-se esses moldes em repouso, denominada de pré-cura, que é o período de tempo que acontece a expansão e consequentemente o início da hidratação (FONSECA, 2017).

A Figura 1, apresenta uma esquematização do processo de fabricação de blocos de concreto BCCA.



Fonte: Vilanova (2017).

O Concreto Celular Autoclavado possui a leveza dos mesmos sem perder a resistência. E essa resistência é derivada da cristalização da tobermorita, que é uma molécula que ao ser formada não se decompõe fisicamente através do calor, putrefações, corrosões ou qualquer processo químico (CELUCON, 2020).

A característica da leveza desse bloco em edificações e maciços podem ou não desempenhar a função estrutural, sendo usados para construções de paredes internas e externas e lajes (ABNT, 2013).

Os blocos autoclavados mais comuns são submetidos a cura sob temperaturas entre 180 e 200°C, que perdura por 12 horas em média. Quando pronto, tal bloco de BCCA, esse apresenta resistência ao fogo e isolamento térmico ideal que quando comparado ao tijolo comum possui características que variam de quatro a oito vezes mais isolante e de oito a dez vezes mais isolante que o concreto (FONSECA, 2017).

A Figura 2, traz uma representação da utilização do bloco celular como paredes de sustentação.

Figura 2 - BCCA utilizados para construção de uma edificação em Angicos/RN



Fonte: Autoria própria (2022).

De acordo com Rodrigues (2012), a resistência do BCCA varia de acordo com o local que será empregado. Como apresentado na Figura 2, o BCCA pode ser produzido para ter a finalidade de vedação como também para alvenaria estrutural. O que influencia na resistência é a quantidade de bolhas presentes internamente no material. Quanto menor o número de bolhas, maior a resistência e vice versa.

A porosidade do concreto celular pode atingir 80% em volume, por isso que se torna um material muito leve. Em geral a densidade pode variar de 300 a 1800 Kg/m³, sendo que o do concreto convencional é de 2300 Kg/m³ (VILANOVA, 2017).

Um bloco de concreto celular autoclavado, em suma possui boa resistência acústica, térmica, além de ser resistente ao fogo que ao qual são possíveis devido a composição em sua grande maioria inorgânica. Os blocos são resultados do detrimento da resistência mecânica dos componentes que diminui na medida em que é aumentado a porosidade (VILANOVA, 2017).

O Quadro 1, traz algumas informações do bloco de concreto autoclavado.

Quadro 1 - Características do BCCA.

CARACTERISTICAS	POSSÍVEIS BENEFÍCIOS
Leveza na aplicação em estruturas (500 kg/m ³)	Economia no concreto, no aço e mão de obra, além de diminuição do peso na fundação e estrutura.
Maiores Dimensões	Menor quantidade de juntas de assentamento, podendo ser utilizado menos argamassa, assim como cola-bloco
Textura e Uniformidade	Elimina o chapisco e emboço interno, além de apresentar menores situações para correção.
Facilidade de Corte	Uso de serras que podem ser mais precisas na hora do corte, ao qual pode economizar tempo, perdas e mantendo a obra mais limpa em comparação com outros blocos de revestimentos convencionais.
Isolamento Térmico	Conforto ambiental e menor consumo de climatização.
Atenuação Acustica	Isolante de sons
Resistência ao Fogo	Maior segurança à estrutura.

Fonte: Ferraz (2011).

Os blocos de BCCA são fáceis de serem cortados e perfurados, o que colabora com o manuseio e moldagem usando apenas uma serra, ou serrote e tal facilidade, vem acompanhada da economia de argamassa de assentamento e menor custo de mão de obra (FERRAZ, 2011).

2.3 PROPRIEDADES DO BCCA

2.3.1 Porosidade e Permeabilidade

Em materiais porosos, a absorção de água pode influenciar em diversas propriedades como por exemplo na condutividade térmica, na própria retração e também na secagem. Devido aos blocos de concreto celular autoclavado possuírem

elevada porosidade, o fator de absorção de água se destaca em relação as demais propriedades. Isso se justifica devido ao teor de umidade possivelmente ser influenciado de acordo com o nível de absorção de água do material (BARRETO, 2012).

A absorção de água que se configura nos blocos pode afetar no desempenho das funções da alvenaria, por meio da ausência de aderência na interface do bloco junto a argamassa. Já em relação a taxa inicial de sucção de água por parte dos blocos, a intensidade que o bloco retirará a água da argamassa é bem elevada e por esse motivo ocorrerá a absorção de água da mesma no seu estágio de cura, podendo até mesmo perder de maneira precoce da trabalhabilidade no ato do assentamento (BERVIG, 2017).

2.3.2 Densidade

Tem-se a densidade como a principal característica dos blocos de CCA, isso porque é a densidade que tem maior influência nas propriedades como a resistência à compressão e também a condutibilidade térmica, sendo que essa última, se eleva com uma densidade menor (BENVENUTTI, 2020).

Um fator que influencia na densidade de blocos CCA, pode estar ligada ao processo de produção, pois a dosagem dos componentes assim como os próprios componentes, podem acarretar a variação das densidades dos blocos, no qual esse valor pode variar entre 400 kg/m^3 e 650 kg/m^3 (MOTA, 2001).

É tido também como diferencial do BCCA e que também influencia na sua baixa densidade, que é a reação que o pó de alumínio sofre no autoclave, acarretando na criação de bolhas de ar dentro do próprio bloco, fazendo com que o mesmo se torne poroso e conseqüentemente mais leve (VITO, 2019)

2.3.3 Condutividade Térmica

A condutividade térmica é aquela que representa o fluxo de calor através da superfície do material. Essa condutividade está presente nos mais diversos materiais de construção localizados em seu interior a matéria no estado sólido, líquido configurado como a água, e o estado gasoso que são o ar ou gases especiais (BERVIG, 2019).

E segundo Mota (2001), devido a esses fatores, a transferência de calor interna envolve três etapas distintas, que são: a condução através do material sólido, da água e do ar; a convecção que ocorre por meio dos movimentos dos gases; e a radiação iminente entre as superfícies sólidas.

Os BCCA, em relação a condutividade térmica seus níveis são baixos, justificados pela baixa densidade determinada pela porosidade da estrutura interna. Com a existência de água nos poros preenchidos com ar colaboram com o aumento da condutividade térmica do material, que é possível devido a água conduzir maior quantidade de calor em relação ao ar (MOTA, 2001).

Em suma, os blocos de concreto celular autoclavados possuem condutividade térmica baixa devido o mesmo ser caracterizado por possuir baixa massa específica, e por esse motivo a transferência de calor no formato gasoso é relativamente inferior se comparado aos meios líquidos e sólidos (ASSMANN, 2016).

2.3.4 Resistência a compressão

A resistência à compressão dos BCCA, é influenciado pela densidade, pelo teor de umidade e pelo processo de fabricação, como já foi visto no decorrer do presente trabalho.

Porém de acordo com Mota (2001), o processo de fabricação incide na resistência através do método de cura determinado para formação do material cimentante que também recebe o nome de silicato monocálcico hidratado, ao qual é determinante para resistência do produto.

Assim, o material cimentante se forma a partir da reação química que ocorre entre a areia e a cal, componentes esses que presentes na mistura que também podem influenciar na resistência à compressão (MOTA, 2001).

É possível observar no Quadro 2, a influência que a cura em autoclave tem para obtenção de valores de resistência à compressão superiores em relação a cura ao ar, para a mesma massa específica.

Quadro 2 - Influência da cura em um BCCA.

Massa específica no estado seco (Kg/m ³)	Resistência a Compressão (Mpa)	
	Cura ao ar	Cura ao autoclave
400	-	1,5
600	-	4,5
800	2,0	-

1000	3,5	15
1200	5,0	-
1400	7,0	-

Fonte: Varisco (2014).

Diante do exposto, os BCCA são blocos fabricados conforme as normas brasileiras NBR 13438 (ABNT, 2013), e a NBR 13440 (ABNT, 2013). Esses podem ser produzidos nas classes, na resistência à compressão e massa específica.

O Quadro 3, traz as resistências à compressão dos BCCA e suas respectivas massa específicas.

Quadro 3 - Classes e Resistências.

Classes	Resistência à compressão Média (MPa)	Resistência à compressão Mínima (MPa)	Massa específica (kg/m³)
C 12	1,2	1,0	≤ 450
C 15	1,5	1,2	≤ 500
C 25	2,5	2,0	≤ 550
C 45	4,5	3,6	≤ 650

Fonte: Mota (2001, apud VARISCO, 2014).

Através de todas as informações que foram apresentadas, podemos ter uma noção do quanto pode ser benéfico a utilização de BCCA em edificações. No entanto o presente trabalho apresentará um Bloco de Concreto Celular Autoclavado ao qual não foram realizados nenhum tipo de estudo do mesmo.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho será realizado a partir de pesquisas junto ao tema, tendo como finalidade achar as melhores conclusões, seguindo as regras metodológicas e apresentar resultados que atendam os resultados dos questionamentos levantados.

Com isso, para realização de um trabalho, é necessária seguir instruções que podem ser encontradas na metodologia científica. E partindo de tal informação, os métodos que serão utilizados auxiliarão na sistemática com intuito de se chegar aos resultados almejados (ANDRADE, 2010).

Destarte, referindo-se à classificação da pesquisa frente aos objetivos, a mesma é caracterizada como sendo uma pesquisa descritiva pois serão descritos características relacionando várias alternativas (MENEZES et. Al., 2019).

Será considerada um estudo de caso, pois investigará um evento individualmente, e através dessa investigação, analisar as variáveis que sejam mais aceitáveis. À proposito, em relação a natureza da pesquisa, a mesma será qualitativa permitindo o entendimento de um fato observado por meio de um estudo de caso de um bloco de concreto celular autoclavado produzido em Angicos, município do Rio Grande do Norte.

3.1 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

O presente estudo analisou o processo produtivo do Bloco de Concreto Celular Autoclavado (BCCA), desenvolvido pela empresa AG3 Engenharia, Projetos e Construções, localizada na cidade de Angicos/RN.

3.2 PROCESSO DE PRODUÇÃO DO BLOCO CCA EM ANGICOS/RN

Antes de adentrar ao processo de produção do BCCA desenvolvido pela AG3 Engenharia, cabe a colocação de quais materiais são utilizados para a fabricação dos mesmos. Assim, segundo a referida empresa, para a fabricação do bloco, são utilizados os seguintes materiais e maquinário:

- Água;
- EPS Triturado (Isopor Reciclável);
- Areia fina ou média;

- Cimento CP-V da Marca Nacional;
- Aditivo (espumígeno desenvolvido pela própria empresa);
- Betoneira;
- Compressor;
- Fôrmas de aço.

Quanto ao processo de produção do Bloco de Concreto Celular Autoclavado, o mesmo tem a seguinte sequência e dosagem respectivamente: 1ª etapa - adição de 18 litros de água na betoneira já em funcionamento; 2ª etapa – adição de 6 litros de EPS triturado; 3ª etapa – adiciona 2,5 baldes de 18 litros de areia fina ou média; 4ª etapa – adiciona 1 saco de cimento CP-V da marca Nacional; 5ª etapa – adiciona o aditivo espumígeno.

Colocados os materiais componentes na betoneira, tem-se a função do aditivo ligado a facilitação da homogeneização dos demais componentes. Após ser identificado a ausência das bolhas espumadas, a composição fica com aparência do concreto comum e é a partir desse momento que a betoneira é desligada, para que sejam preenchidas as formas.

Em relação ao cimento, foi informado pelo desenvolvedor do BCCA, que a fórmula desenvolvida o único cimento que obteve o sucesso esperado no resultado de moldagem foi o da CP5-ARI MAX. Isso porque, quando foram utilizados outras marcas de cimento, após a colocação nas formas, ocorreram situações no processo de cura como o bloco comprimir ao ponto de se deformar. Foi observado a não conclusão da cura do BCCA.

Diante do exposto, o Quadro 4 apresenta as características técnicas do cimento utilizado para fabricação do bloco pela AG3 Engenharia.

Quadro 4 - Características do Cimento CP-V Nacional.

QUESITO	CARACTERISTICA
Embalagem	Código de Barras (EAN-13) 2050000237829
Peso	40 Kg
Produto	Cimento Portland
Tipo	V
Cor	Cinza
Resistência	56 Mpa
Resistência a Sulfato	Sim
Tipo de Embalagem	Saco
Validade	90 dias
Fabricante	www.cimentonacional.com.br

Fonte: ObraMax (2022).

A Figura 3, traz como está disposto o cimento no galpão da AG3 Engenharia.

Figura 3 - Cimento Nacional CP-V usado na fabricação de BCCA.



Fonte: Autoria Própria (2022).

Quanto ao aditivo utilizado para aceleração de pega, foi informado pela empresa a utilização de uma fórmula também desenvolvida pela mesma ao qual não foi disponibilizada a formulação.

A Figura 4, traz a etapa de mistura dos componentes e também o compressor que converte o aditivo do estado líquido para o estado não definido que dispersa entre o sólido, líquido e gasoso, semelhante ao da espuma de barbear.

Figura 4 - Compressor (esquerda) e processo de mistura para fabricação do aditivo.



Fonte: Autoria Própria (2022).

Logo após o preparo da massa, é retirado da betoneira com o auxílio de baldes de 18 litros, e colocados nas formas que podem ser colocadas em locais com

cobertura e também ao ar livre, como podem ser vistos na Figura 5. É importante frisar que para a dosagem dos materiais apresentados anteriormente, é possível preencher 8 formas com a composição que resultara no bloco sólido.

Figura 5 - Processo de cura (Secagem), dos blocos de BCCA.



Fonte: Autoria Própria (2022).

Quanto ao tempo de cura, foi informado que podem variar entre, de 18 a 24 horas. No entanto, ao ser exposto ao sol houve um registro de cura por completo de uma leva de 12 horas. Realizado a secagem, os blocos são retirados das formas e armazenados em um local específico ao lado de no qual estão as formas que pode ser visto na Figura 6.

Figura 6 - Armazenamento dos Blocos CCA.



Fonte: Autoria Própria (2022).

A partir da conclusão do processo de fabricação dos blocos BCCA, desenvolvidos na AG3 Engenharia, os blocos ficam armazenados para assim, serem transportados para o local das obras a serem utilizados.

3.3 PROCEDIMENTO E COLETA DE DADOS

Para a coleta de dados e informações, o presente trabalho se constituiu primeiramente através de pesquisa bibliográfica ao qual foram evidenciados assuntos que norteiam o tema proposto.

Na sequência foi realizado uma pesquisa de exploratória e experimental, a primeira referente ao processo de produção do Bloco CCA e suas informações pertinente.

Já para a pesquisa experimental, foram utilizados os seguintes materiais para a obtenção de dados: 5 totais ao qual foram utilizados 4 Termômetros Digitais e 1 termômetro ficou de reserva.

Foi usado fita gomada para fixação dos termômetros no mesmo BCCA, na parte externa (Descoberta) e na parte interna (Coberta e fechada), de uma edificação construída com o bloco celular produzido pela AG3 Engenharia.

É importante frisar que foram colocados dois termômetros no bloco em ambas as faces (interna e externa), para obtenção de leituras ao qual foram retiradas as médias diárias como pode ser visto na Figura 7.

Figura 7 - Fixação dos termômetro no BCCA na parede interna e externa da edificação.



Fonte: Autoria Própria (2022).

Os dados foram coletados em cinco períodos de horas diferente, das quais foram: 06:30; 09:30; 12:30; 15:30; 18:30. Já o período de coleta totalizou 30 dias, ao qual foi iniciado no dia 01.04.2022 e encerrado no dia 30.04.2022.

A edificação ao qual foram realizadas as leituras foi construída com o Bloco CCA desenvolvido pelo Engenheiro Gilvan, ao qual o mesmo acompanhou em algumas ocasiões a realização das medições, não interferindo nos resultados.

3.4 DETERMINAÇÃO DAS DIMENSÕES E PROCEDIMENTO PARA CALCULO DA DENSIDADE DO BLOCO CCA

A determinação das dimensões dos blocos analisados ocorreu através da utilização de uma trena metálica com resolução de 1 mm ao qual foram medidas as dimensões da espessura, comprimento e altura.

Na sequência, os valores obtidos foram comparados com o que vem especificado na NBR 13438:1995, onde a espessura mínima é de 75mm modulado de 25 em 25 mm. Já em relação a altura, essa não deve ser inferior a 200 mm, assim como o comprimento que também não pode ser inferior a 200mm (ABNT, 1995).

Já em relação a densidade, que de acordo com a norma NBR 13440 (ABNT, 1995) – Blocos de concreto celular autoclavado, para determinado resultado, os blocos devem ser verificados sua densidade de massa aparente seca que é o método de ensaio adequado (ABNT, 1995).

Ou seja, a densidade de massa aparente seca de um BCCA pode ser obtida através da média aritmética das densidades de massas aparentes secas dos blocos analisados.

Com isso, para o presente bloco sua densidade foi calculada de acordo com a equação 1:

$$DA = \frac{M}{V} \quad \text{(Equação 1)}$$

No qual:

DA = densidade de massa aparente seca do corpo-de-prova, em kg/m³;

M = massa do corpo-de-prova, em kg;

V = volume do corpo-de-prova, em m³.

A Figura 8, traz uma representação do momento de verificação da massa de um BCCA.

Figura 8 - Massa do BCCA desenvolvido em Angicos/RN.



Fonte: Autoria Própria (2022).

3.5 DISPOSIÇÃO DOS TERMÔMETROS NO BLOCO DA EDIFICAÇÃO

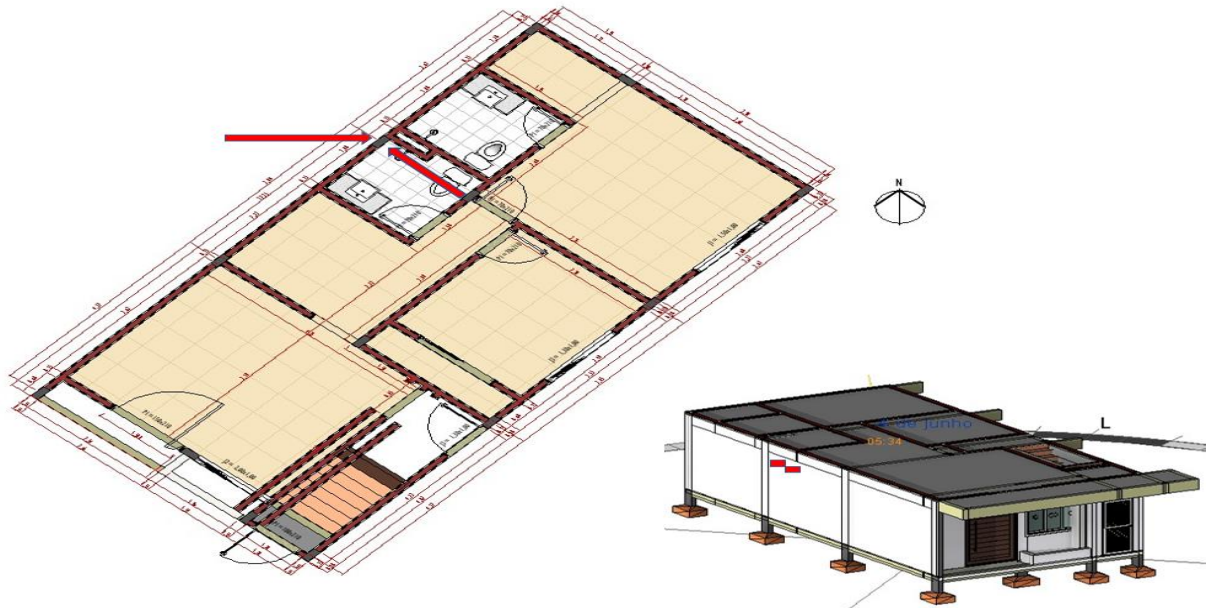
Primeiramente, tem-se o conforto térmico como uma das variáveis a ser considerada na escolha dos materiais dos materiais e em inúmeras disposições de projeto. Assim como também, visando a qualidade de vida e maior sensação de bem estar através da não necessidade de uso de equipamentos que consomem energia e etc.

Assim, cabe-se evidenciar os resultados térmicos da utilização do BCCA desenvolvido pela empresa AG3 Engenharia do município de Angicos/RN.

Com a utilização da medição diária de temperatura em uma edificação, ao qual pode ser visto na Figura 9, o local de disposição dos termômetros digitais para respectivas leituras em um local que a sua localização interna, recebia os raios solares com maior intensidade nos horários mais quentes do dia.

Sendo assim, a localização das disposições dos termômetros externos e internos se deram para obter a melhor leitura e conseqüentemente o melhor resultado.

Figura 9 - Planta Baixa da edificação com a disposição dos termômetros (Interno e Externo).



Fonte: Autoria Própria (2022).

3.6 TRATAMENTO DOS DADOS

O tratamento dos dados da pesquisa exploratória seguiu a ótica do tipo de pesquisa quantitativa e qualitativa. Pois, o processo envolveu uma planilha criada através do recurso operacional Microsoft Office Excel®, ao qual foi impressa para leituras no campo e em seguida os valores obtidos foram colocados na própria ferramenta Excel para realização das médias de temperaturas, assim como o desvio médio, desvio padrão e por último e não menos importante, para a criação de gráficos.

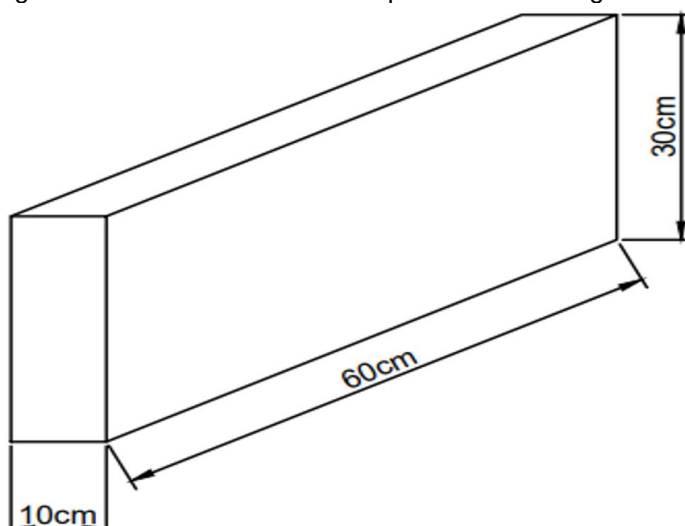
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 DIMENSÕES E DENSIDADE DO BLOCO BCCA PRODUZIDO NO MUNICÍPIO DE ANGICOS/RN

Em relação as dimensões dos blocos CCA produzidos no município de Angicos, essas foram determinadas a partir da utilização de uma trena metálica ao qual foram medidas as três dimensões do bloco, tomando como referência o centro de cada retângulo.

Assim, para o bloco produzido por uma empresa no município de Angicos têm-se as seguintes dimensões vistas na Figura 10.

Figura 10 - Dimensões do BCCA produzido em Angicos/RN.



Fonte: Autoria Própria (2022).

Assim, pode-se concluir que tal bloco está dentro do que é especificado na NBR 13438 (ABNT, 1995) – Blocos de Concreto Celular Autoclavado, em que vem especificando que a espessura mínima para modulação dos blocos e dimensões nominais de 75 mm ou 7,5 cm. Deve-se ter altura mínima de 200mm ou 20cm modulando de 25mm em 25mm. E altura também com no mínimo 20cm modulando de 25mm em 25mm (ABNT, 1995).

Como pode ser visto, com base na NBR 13.438 (ABNT, 1995), o bloco produzido em Angicos, por possuir dimensões 10x30x60 (espessura, altura e comprimento), o mesmo está dentro dos padrões aceitáveis para utilização.

Já em relação a densidade, foram realizados um total de dez pesagens dos blocos CAA, no qual foram obtidos os seguintes valores, apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Massa dos blocos CCA.

BLOCOS	MASSA DO BLOCO (Kg)
Bloco 1	11,47
Bloco 2	11,54
Bloco 3	11,51
Bloco 4	11,54
Bloco 5	11,61
Bloco 6	11,51
Bloco 7	11,53
Bloco 8	11,54
Bloco 9	11,57
Bloco 10	11,52
MÉDIA TOTAL	11,534

Fonte: Autoria Própria (2022).

Tomando como base, a média total dos blocos de concretos celulares autoclavados, a densidade média para o presente estudo, pode ser vista na Equação 2.

$$DA = \frac{M}{V} = \frac{11,534}{0,018} = 640,78 \text{ kg/m}^3 \quad (\text{Equação 2})$$

Através do cálculo da densidade aparente seca do BCCA analisado é possível constatar que é o resultado obtido comprova que tal densidade é menor cerca de mais de 1/3 da massa do bloco convencional que de acordo com a NBR 8953:2014 – Concreto para Fins Estruturais, possuem densidade entre 2.000 kg/m³ e 2.800 kg/m³ (ABNT, 2014).

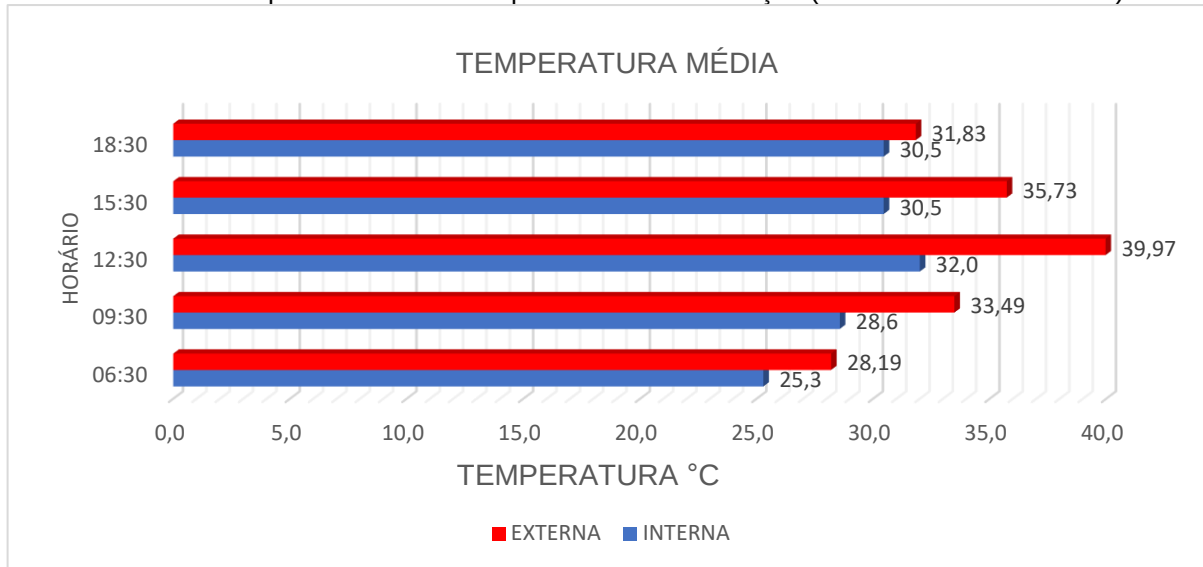
O dado obtido pode representar para uma edificação que utiliza o BCCA em vez do bloco comum, uma diminuição na carga da estrutura, que refletirá na economia da ferragem a ser empregada na construção.

Vale salientar que frente a densidade obtida, sua condutividade térmica foi baseada no que vem especificando na Tabela B.3 da 3 da ABNT NBR 15220-2 (2005), de 0,152 W/m.K e seu calor específico ficou em 1,00 J/kg.K, ao qual está de acordo com o que é especificado na NBR 8953:2014 – Concreto para Fins Estruturais.

4.2 PARÂMETROS TÉRMICOS DO BLOCO CCA PRODUZIDO NO MUNICÍPIO DE ANGICOS/RN

Em relação a edificação, o Gráfico 1 apresenta a média das temperaturas obtidas para as cinco semanas.

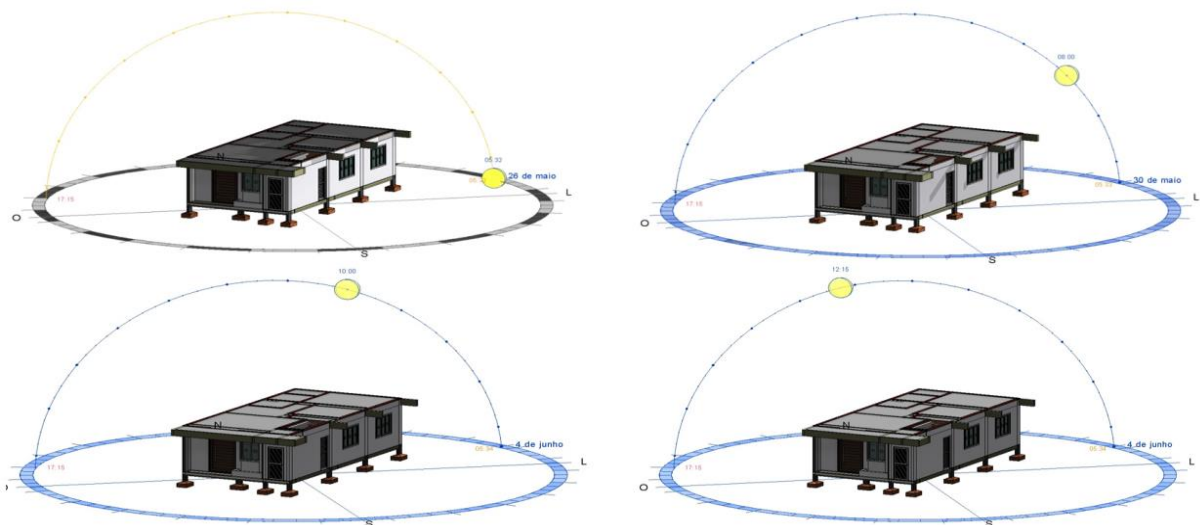
Gráfico 1 - Temperatura média final para 30 dias de medição (Parede Interna x Externa).



Fonte: Autoria Própria (2022).

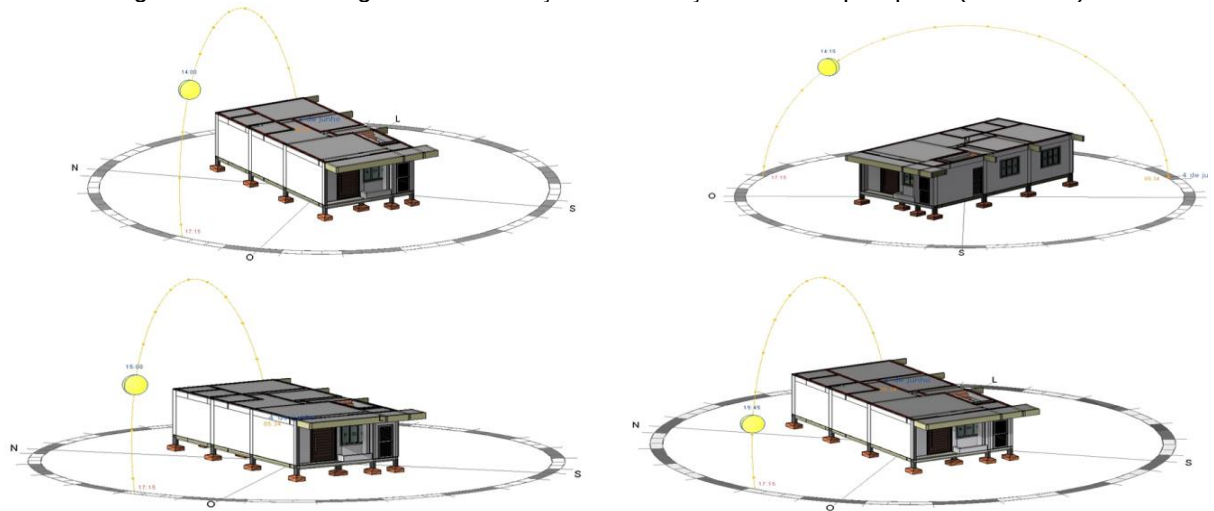
Para melhor entendimento de como foram realizadas as medições, tendo como base a posição do sol, a Figura 11 e 12, traz a representação da edificação em relação ao Norte Magnético.

Figura 11 - Norte Magnético em relação a edificação fonte da pesquisa (PARTE 1).



Fonte: Autoria Própria (2022).

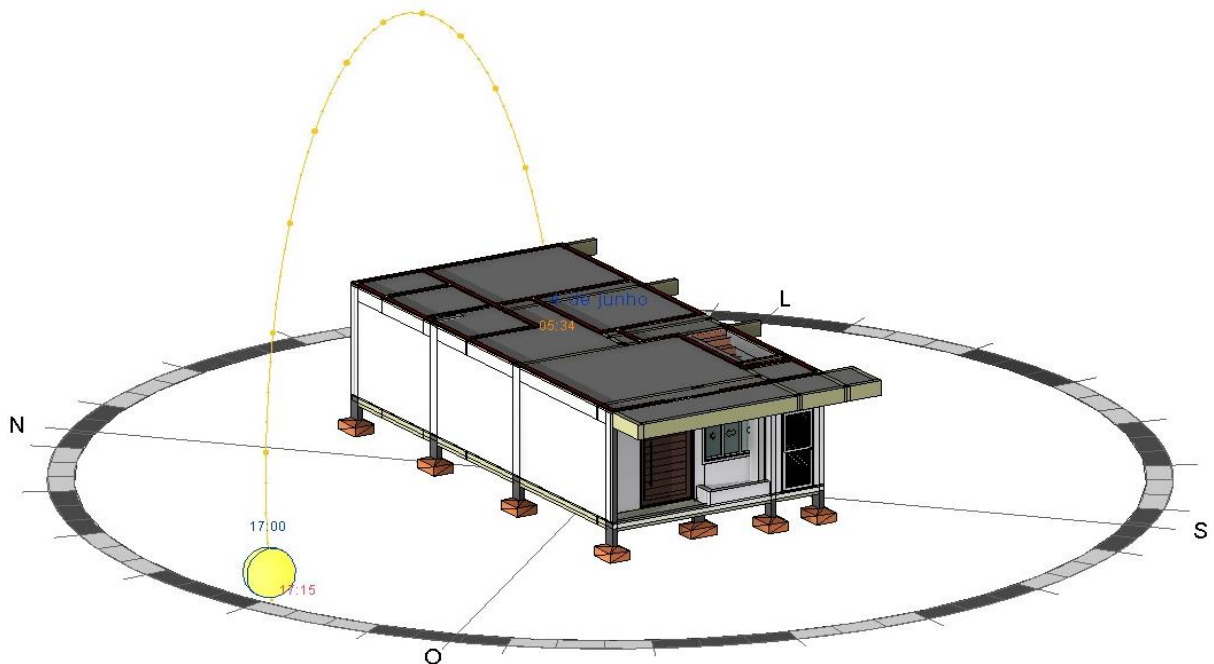
Figura 12 - Norte Magnético em relação a edificação fonte da pesquisa (PARTE 2).



Fonte: Autoria Própria (2022).

Finalizando a representação do Norte Magnético referente a edificação, o mesmo está disposto na Figura 13.

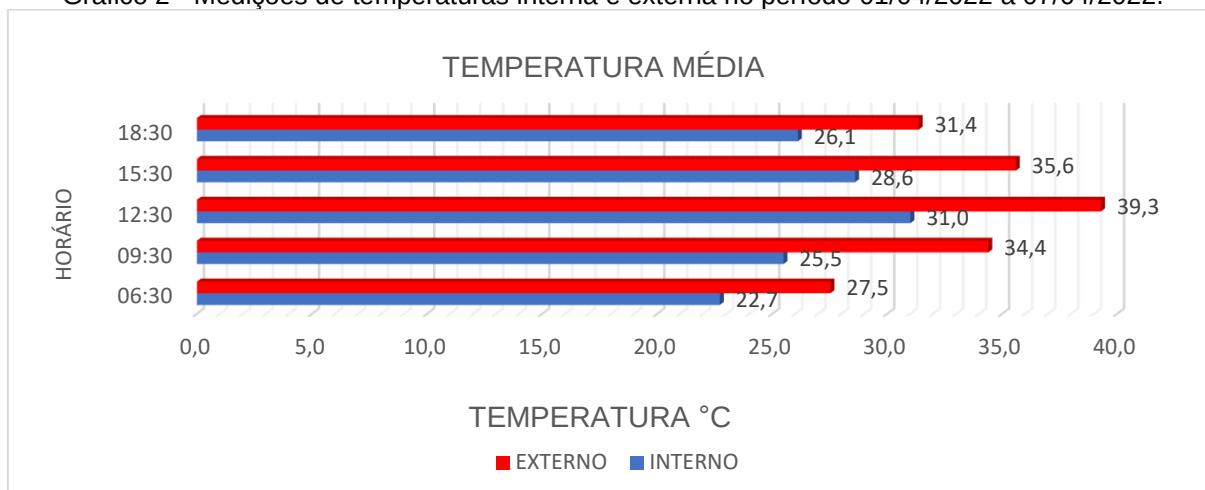
Figura 13 - Norte Magnético em relação a edificação fonte da pesquisa (PARTE 3).



Fonte: Autoria Própria (2022).

O Gráfico 2, apresenta as informações pertinentes a medição da primeira semana com a comparação de temperaturas medidas por horário em um bloco determinado.

Gráfico 2 - Medições de temperaturas interna e externa no período 01/04/2022 a 07/04/2022.

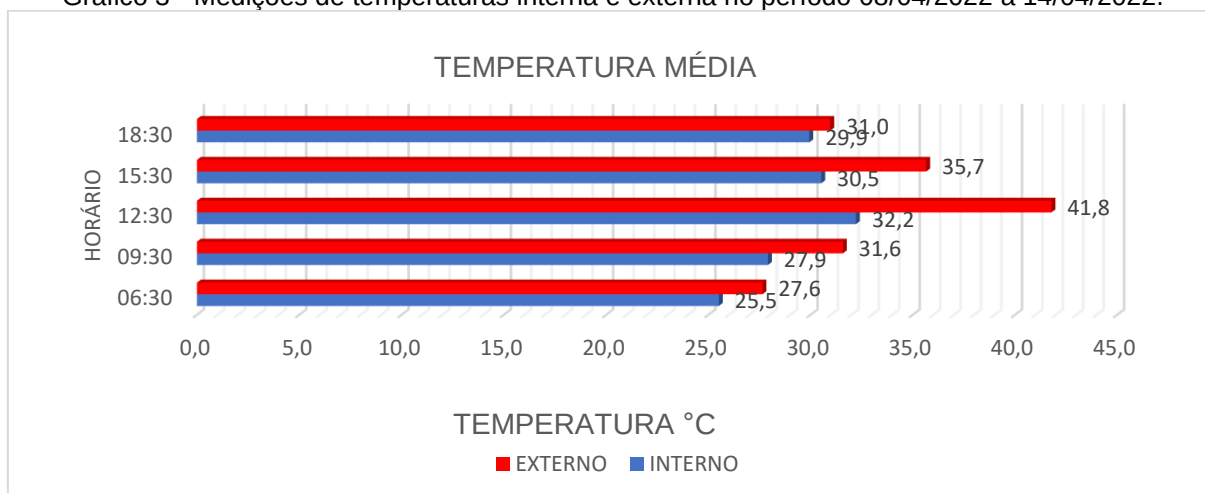


Fonte: Autoria Própria (2022).

Ao analisar os primeiros dias do mês de abril de 2022, pode-se afirmar que a relação entre as temperaturas internas em seus respectivos horários variou em um total de 2,1 °C, cálculo esse referente ao desvio médio obtido. Quanto as temperaturas externas da mesma semana, essa resultou em um desvio médio de 3,3 °C. Ou seja, tanto em relação a temperatura interna quanto para a externa, os valores obtidos quer dizer que as temperaturas podem variar 2,1°C e 3,3 °C, tanto para mais quanto para menos.

Já em relação a segunda semana de medição que foi do período 08/04/2022 a 14/04/2022, o Gráfico 3 apresenta os dados obtidos.

Gráfico 3 - Medições de temperaturas interna e externa no período 08/04/2022 a 14/04/2022.

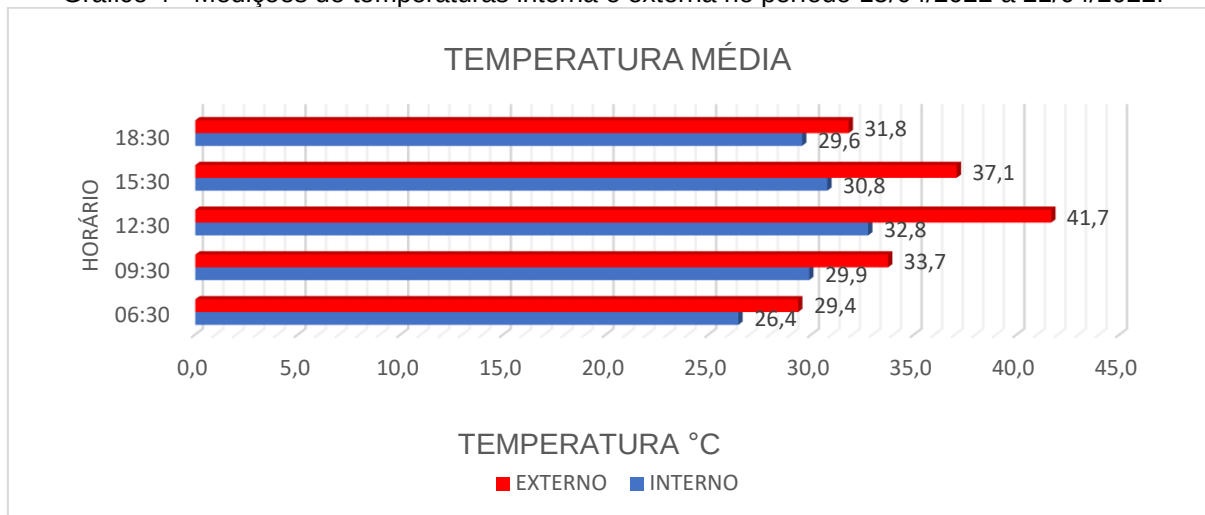


Fonte: Autoria Própria (2022).

Através das informações presentes no Gráfico 3, foi possível realizar o cálculo do desvio médio de ambas as faces, sendo que o desvio médio para a face interna totalizou 2,00 °C e para a face externa 4,15°C.

O Gráfico 4, apresenta as medições que ocorreram na terceira semana de medição, que foi do dia 15/04/2022 a 21/04/2022.

Gráfico 4 - Medições de temperaturas interna e externa no período 15/04/2022 a 21/04/2022.

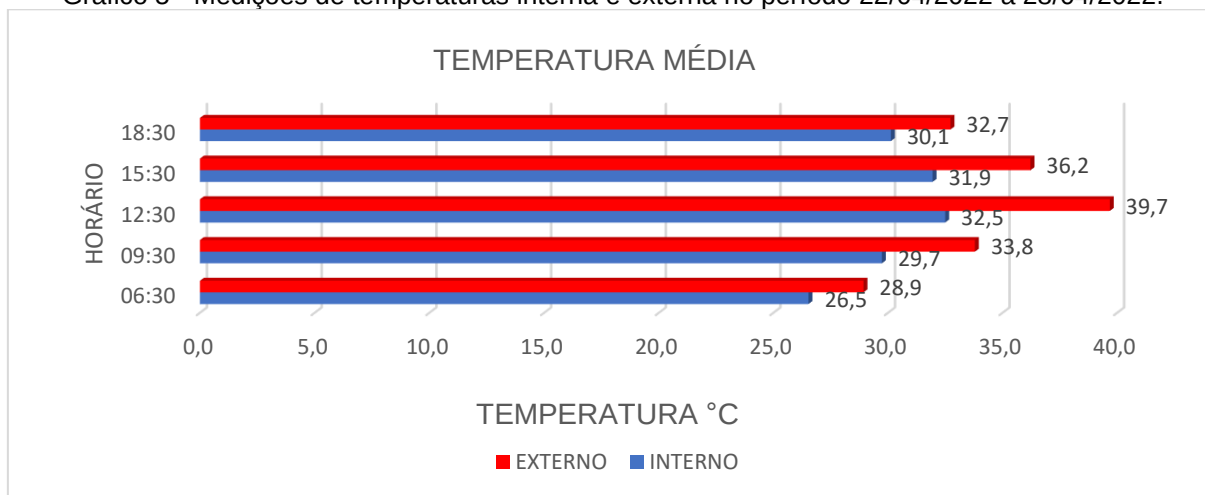


Fonte: Autoria Própria (2022).

Essa variação apresentada de temperatura, pode ser justificada devido ao período de chuvas irregulares do outono em Angicos/RN, deixando o céu coberto por nuvens e o tempo abafado. Ou seja, o outono em Angicos, a nebulosidade varia constantemente no qual a porcentagem de tempo em que o céu fica encoberto ou quase encoberto fica em torno de 44% a 55% durante o dia (WEATHER SPARK, 2022).

Já em relação a 4ª semana, no Gráfico 5 é referente ao período de 22/04/2022 a 27/04/2022.

Gráfico 5 - Medições de temperaturas interna e externa no período 22/04/2022 a 28/04/2022.

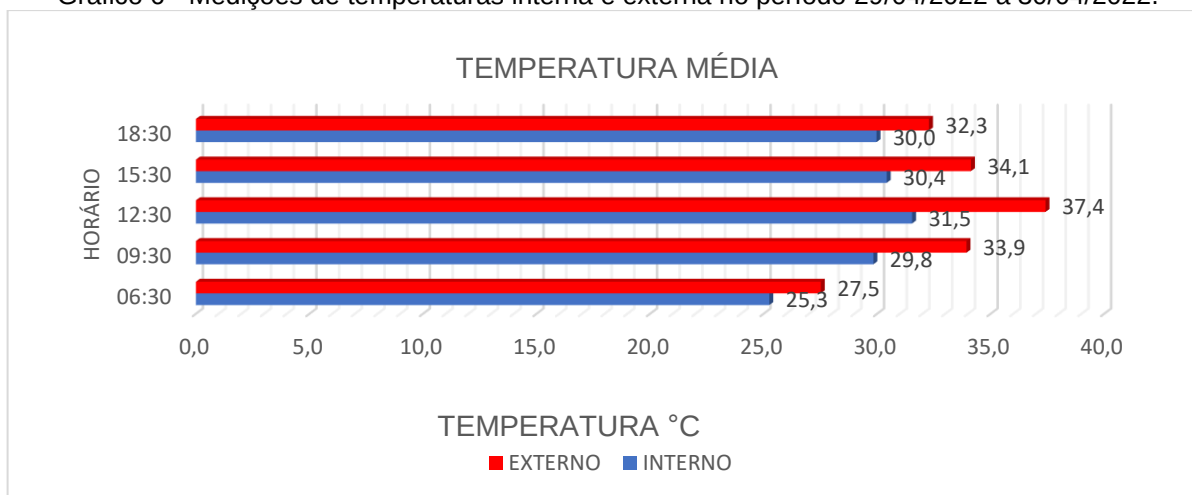


Fonte: Autoria Própria (2022).

De acordo com o Gráfico 5, para o referente período citado anteriormente, foi constatado um desvio médio tanto para a face interna e face externa um desvio de 1,64 °C e 2,94 °C respectivamente.

Por fim, o Gráfico 6, apresenta as medições referente a 5ª semana, no qual foram realizadas medições em dois dias que finalizaram o mês.

Gráfico 6 - Medições de temperaturas interna e externa no período 29/04/2022 a 30/04/2022.



Fonte: Autoria Própria (2022).

Sendo o período do dia 29/04/2022 a 30/04/2022, foi contabilizado apenas 2 dias de medições.

Após a realização das 150 medições totais durante um período de 30 dias, ao qual foram realizadas 5 medições diárias, foram obtidos os resultados da média total final das 5 semanas analisadas, assim como os desvio médio e desvio padrão para cada horário, como podem ser vistos na Tabela 2 e Tabela 3.

Tabela 2 - Desvio Médio e Desvio Padrão (Face Interna).

SEMANA/MÉDIA TEMP./PAREDES/INTERNA	MÉD. FINAL INTERNA °C.	DESVIO MÉDIO °C.	DESVIO PADRÃO °C
06:30	25,3	1,05	0,8
09:30	28,6	1,50	1,5
12:30	32,0	0,59	3,8
15:30	30,5	0,75	0,7
18:30	29,1	1,21	0,5

Fonte: Autoria Própria (2022).

Os valores expostos na Tabela 2, para desvio médio se refere que para a temperatura média final obtida, existe um intervalo que pode variar tanto para mais quanto para menos a temperatura auferida. Como exemplo, podemos citar o exemplo

da medição das 06:30, ainda da Tabela 2, no qual o desvio médio interno para o horário foi de 1,05 °C para uma média de 25, 3 °C. Assim, tal média de temperatura poderá aumentar para 26,35 °C ou diminuir para 24,25 °C.

Já em relação ao Desvio Padrão, ainda de acordo com Jardim (2013), pode ser entendido como sendo a medida que expressa o grau de dispersão de um conjunto de dados, indicando um padrão de uniformidade. Sendo necessário considerar para esse desvio que quanto mais próximo de 0 for o desvio padrão, mais homogêneo são os dados.

Tomando como base a Tabela 2, o Desvio Padrão mis dispersos foram os desvios obtidos para os horários de 09:30 com 1,5 graus, e 12:30 com 3,8 graus o que demonstra maior heterogeneidade ao qual não se pode considerar como um dado conclusivo.

Para complementação de informações, vem apresentados na Tabela 3, as informações referentes a face interna analisada.

Tabela 3 - Desvio Médio e Desvio Padrão (Face Externa).

SEMANA/MÉDIA TEMP./PAREDES/EXTERNA	MÉD. FINAL EXTERNA °C.	DESVIO MÉDIO °C	DESVIO PADRÃO °C
06:30	28,19	0,8	0,8
09:30	33,49	1,5	1,0
12:30	39,97	3,8	1,6
15:30	35,73	0,7	1,0
18:30	31,83	0,5	0,6

Fonte: Autoria Própria (2022).

Foi observado resultados melhores em comparação ao desvio padrão com a Tabela 2. Já o desvio médio, foi apresentado um maior intervalo que pode ser considerado como de maior variação térmica, o horário das 12:30, com intervalo de 3,8 °C para mais e para menos em relação a temperatura média final.

Em relação a taxa de transferência de calor assim como o fluxo de calor do bloco investigado, os mesmos foram calculados pela Equação 3 e Equação 4, respectivamente (AQUINO, 2018).

$$Q = k \cdot A \frac{\Delta T}{L} \quad (\text{Equação 3})$$

3)

Onde:

$\Delta T = T_1 - T_2$ é a diferença de temperatura entre as faces da placa, [°C] ou [K];

L = espessura da parede, [m];

k = constante de proporcionalidade, chamada de condutividade térmica, e que depende do material de que é feita a placa;

A = área transversal da parede, [m²];

Q = taxa de transferência de calor, [W].

E para o cálculo do fluxo de calor no bloco, têm-se a seguinte formulação:

$$q = k \frac{\Delta T}{L}$$

Onde:

$\Delta T = T_1 - T_2$ é a diferença de temperatura entre as faces da placa, [°C] ou [K];

L = espessura da parede, [m];

k = constante de proporcionalidade, chamada de condutividade térmica, e que depende do material de que é feita a placa;

q = Fluxo de calor, [W/m²].

De acordo com Aquino (2018), a condução de calor está associada à transferência do próprio calor por difusão nos corpos sólidos, sem que haja a movimentação das moléculas.

Por esse motivo, foi importante a realização do cálculo da quantidade de calor transferida pelo mecanismo da condução, como pode ser visto na Tabela 4.

Tabela 4 - Transferência e Fluxo de calor do BCCA analisado.

HORÁRIO	TAXA DE TRANSFERÊNCIA TOTAL (W)	FLUXO DE CALOR W/m.K
06:30	0,79	2,02
09:30	1,33	7,94
12:30	2,18	12,11
15:30	1,43	7,43
18:30	0,38	4,39

Fonte: Autoria Própria (2022).

É possível observar a partir da Tabela 4, que o fluxo de calor representa a taxa de transferência de calor por unidade de área, que no caso do presente trabalho, foi

analisado o bloco com 30x60cm, sendo às 12:30 horas o horário que ocorre maior fluxo de calor e às 06:30 horas uma menor incidência interativa de calor.

Quanto a taxa de transferência de calor total, através do bloco, é levado em consideração o fluxo de calor pela área superficial da parede ficando constatado também pela Tabela 4, que ocorre uma maior transferência de calor às 12:30 horas e uma menor transferência às 18:30 horas.

4.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DO BCCA

O bloco de concreto celular autoclavado pode ser utilizado para execução de edificações no qual suas características são determinantes para escolha e uso. Com isso, os blocos CCA possuem as seguintes vantagens de acordo com Klaumann & Carvalho (2017):

- Desempenho térmico que também é influenciada pela porosidade do material, garante um elevado controle da temperatura em edificações que optam por utilizar o BCCA;
- Leveza pois o concreto celular tem a capacidade de ser até 60% mais leve que o concreto tradicional sem comprometer a resistência. Também influencia na redução de peso, reduzindo os custos com as ferragens para a fundação assim como o tempo de execução da obra;
- Maior produtividade, pois, a leveza facilita a logística e manuseio dos blocos de concreto celular aumentando consequentemente a produtividade;
- Economia e limpeza, pois, este material reduz o uso de acabamentos e o uso de concreto na obra como um todo. Por ser um material passivo de ser serrado suja menos pois os cortes pode ser precisos;
- Vida útil elevada devido o mesmo ser resistente a agentes químicos, umidade, fungos, possui maior resistência ao fogo;

Já em relação as desvantagens do uso do BCCA, Assmann (2016), diz que como desvantagens tem-se as seguintes:

- Algumas propriedades do material possuem menor desempenho. Isso porque devido a porosidade, o concreto celular apresenta propriedades inferiores em relação ao concreto tradicional como no caso da resistência à compressão;

- O BCCA possui maior deformação pois em sua fabricação existem menos utilização de agregados rígidos, o que acarreta em uma maior elasticidade do material;
- Custo mais elevado;
- Uso restrito devido à sua composição e características, o uso do concreto celular é mais restrito.

A utilização desse tipo de material para execução de edificações no município de Angicos, pode ser recomendado visto que por ser comprovado a elevada temperatura, tal utilização poderá amenizar o calor interno, proporcionando maior grau de bem estar.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um método construtivo que começou a ser utilizado nos últimos anos, é o bloco de concreto celular autoclavado. Esse tipo de bloco se difere do bloco convencional utilizado para a vedação, desde a sua composição, características, produção e forma de execução na alvenaria. Porém, ainda não é unanimidade devido a logística assim como o preço.

No entanto, existem fatores que podem influenciar na escolha desse tipo de bloco para utilização como sistema de vedação em relação ao conforto térmico. Isso porque de acordo com diversos estudos, tal bloco possui excelente capacidade térmica, ao qual fornece uma camada que interrompe boa parte da transferência do calor externo para o ambiente interno de uma edificação.

Em relação aos parâmetros térmicos do BCCA analisado pôde-se constatar primeiramente que houve uma retenção de calor considerável em relação a face externa e interna do bloco.

Isso porque a retenção de calor por horário resultou nos seguintes dados: 4,17% de diferença de temperatura para o horário das 18:30 horas; 14,6% de variação de temperatura interna em função da temperatura externa para o horário das 15:30 horas; 19% de variação de temperatura interna em relação a externa no horário mais quente do dia que é as 12:30 horas; 14,6% de variação externo/interno para as 09:30 horas; e por último, 10,2% de variação da temperatura nos primeiros horários do dia, às 06:30 horas.

Ficou constatado também que em relação ao fluxo e transferência total de calor da face externa para a face interna, resultados positivos pois a maior incidência de fluxo e transferência de calor se deu em decorrência do horário mais quente do dia, medido as 12:30 horas. E conforme o parágrafo anterior, apesar de ser o horário mais quente, essa transferência foi de 2,18 W com fluxo de 12,11 W/m.K que é compatível com os 19% de diferença de temperaturas entre a face externa e interna do bloco CCA.

Já em relação a densidade do bloco investigado, o mesmo apresentou uma densidade de 640,78 Kg/m³ que em comparação com o bloco convencional para vedação, equivale a 1/3 da densidade do mesmo que possuem entre 2.000 kg/m³ e 2.800 kg/m³. Com isso, é possível concluir que tal densidade do bloco analisado irá influenciar na carga estrutural assim como no valor final da ferragem para fundação.

Existem pontos positivos e negativos para a utilização dos blocos CCA no município de Angicos/RN. Como vantagem ou ponto positivo, foi constatado que para uma região com elevada temperatura durante o ano, a aplicação do bloco na execução de edificações poderá amenizar a temperatura dentro das mesmas, ao qual possibilitará na diminuição da utilização de aparelhos eletrônicos voltados para a climatização do ambiente, que consequentemente acarretará na diminuição da conta de energia. Como também, poderá haver economia no custo de dias da mão de obra, já que o uso do bloco, reduz em 30% o tempo de execução da alvenaria.

Como ponto negativo, têm-se o alto custo dos blocos em comparação ao bloco convencional, como também a ausência de mão de obra no município para execução de edificação com esse tipo de material, assim como apenas um ponto de comercialização, que é o próprio desenvolvedor, pois no caso de uma demanda elevada de consumidor, poderá acarretar numa falta da oferta do bloco devido a produção do mesmo não ser em grande escala.

Como conclusão, é possível afirmar que o bloco de concreto celular desenvolvido pela AG3 engenharia pode proporcionar aos usuários um bom conforto térmico em ambientes fechados devido a sua capacidade de bloqueio térmico, em relação a temperaturas elevadas da região, elevando com isso a sensação de bem estar e qualidade de vida. Também é possível concluir que sua densidade consideravelmente baixa não compromete a segurança estrutural, ao qual é refletido na economia financeira levando em conta todas as variáveis.

Mediante as condições para realização do presente trabalho, deve-se ficar registrado que esse foi o primeiro estudo realizado frente ao bloco de concreto celular autoclavado desenvolvido pela empresa AG3 Engenharia. E por esse motivo como sugestão, cabe-se a realização de novos estudos para análise da resistência a compressão, cisalhamento, acústica e novamente sobre a densidade ao qual a empresa está realizando novos testes que possivelmente influenciará a densidade do bloco, com intuito de reduzir em 20%, através de uma nova formulação do aditivo espumígeno que está em fase de testes.

Por fim, o presente trabalho colaborou com informações pertinentes ao tema proposto, ao qual foram evidenciados os resultados obtido, atendendo assim a todos os questionamentos deste Trabalho Final de Graduação.

REFERENCIAS

ANDRADE Maria Margarida de. **Introdução à Metodologia do Trabalho Científico:** elaboração de trabalhos na graduação. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 158p.

ASSMANN, Lucas Vinícius. **Comparação entre sistemas de alvenaria de vedação:** bloco de concreto celular autoclavado e bloco cerâmico racional. Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil na UNISC. Santa Cruz do Sul, 2016. 108p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13438:** Blocos de concreto celular autoclavado – Especificação. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15220:** Desempenho térmico de edificações Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator de calor solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13.438:** Norma Brasileira sobre o Bloco de Concreto Celular Autoclavado. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 8953:** Concreto para fins estruturais - Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência. Rio de Janeiro, ABNT, 2014.

BARRETO, Matheus de Faria et al. Análise microestrutural de blocos de concreto celular autoclavado (BCCA) com o auxílio de métodos instrumentais. **Conexão ciência (Online)**, v. 7, n. 2, p. 38-63, 2012. Disponível em: https://www.demat.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/25/2018/06/TCC-II-Matheus-Brant-Vilanova_10_07.pdf. Acesso em: 12 abr. 2022.

BENVENUTTI, Bianca. **Comparação do comportamento térmico de diferentes composições de painéis de vedação do SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING.** Orientador: Cristiane Sardin Padilla de Oliveira. 2020. 82 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS, 2020. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/218053/001121496.pdf?sequence=1>. Acesso em: 14 abr. 2022.

BERNARDINO, L. B.; ISOPPO, J. O J. **Erros de projeto na execução de obras:** estudo de caso em uma escola de educação básica no município de sombrio – SC. 2017. 77f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Santa Catarina, Tubarão, 2017.

BERVIG, Andriago Artur. **O uso do bloco de concreto celular autoclavado como alvenaria de vedação.** Orientador: Dr. Joaquim César Pizzutti dos Santos. 2017. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Maria/RS, 2017. Disponível em:

http://www.ct.ufsm.br/engcivil/images/PDF/1_2017/TCC_ANDRIGO%20ARTUR%20BERVIG.pdf. Acesso em: 14 abr. 2022.

CELESTINO, Lucas Machado. **Análise comparativa de custo direto de produção entre sistemas construtivos utilizados em Habitação de Interesse Social.**

Orientador: Paulo Sérgio de Oliveira Resende. 2021. 18 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia - GO, 2021. Disponível em:

<https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/3363/1/R10%20-%2017.12.2021%20-%20TCC%20%20-%20VERS%20FINAL%20PUBLICA%20%87%20%83O.pdf>. Acesso em:

11 jan. 2022.

CADERNO TÉCNICO CELUCON – Edição 01. **Catálogo Técnico.** Disponível em: <<https://celucon.com.br/downloads/>>. Acesso em: 10 abr. 2022.

CUNHA, Gabriel. **A importância do setor de construção civil para o desenvolvimento da economia brasileira e as alternativas complementares para o Funding do crédito imobiliário no Brasil.** UFRJ, 2012. Disponível em:

<https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/1799/1/GCCunha.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2022

FERRAZ, Fabiana de Carvalho. **Comparação dos sistemas de alvenaria de vedação: bloco de concreto celular autoclavado x bloco cerâmico.** Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011. 97 f. pdf.

FONSECA, Henrique Fracari. **Análise comparativa entre bloco cerâmico e bloco de concreto celular autoclavado, como alvenaria de vedação, no custo de uma edificação em concreto armado.** Orientador: Almir Barros da S. Santos Neto. 2017. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, 2017. Disponível em: http://www.ct.ufsm.br/engcivil/images/PDF/1_2017/TCC_HENRIQUE%20FRACARI%20FONSECA.pdf. Acesso em: 17 fev. 2022.

JARDIM, Fábio dos Santos. **Estatísticas no Ensino Médio: Um olhar interdisciplinar a partir do ENEM.** Orientador: Luciana Neves Nunes. 2013. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS, 2013. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/88279/000912643.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 26 maio 2022.

KLAUMANN, Paulo Vinicius; CARVALHO, Thays. **Vedação em bloco de concreto celular autoclavado e alvenaria de tijolo cerâmico em unidades residenciais multifamiliares: estudo de caso comparativo.** Orientador: Norma Beatriz Camisão Schwinden. 2017. 91 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça - RS, 2017. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/4617/2/Trabalho%20de%20Conclus%20C3%A3o%20de%20Curso%20Paulo%20e%20Thays.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2022.

MENEZES, A. H. N.; DUARTE, F. R.; CARVALHO, L. O. R.; SOUZA, T. E. S. **Metodologia científica teoria e aplicação na educação a distância**. 1. ed. Petrolina-PE: [s. n.], 2019. 83 p. ISBN 978-85-60382-91-0.

MOTA, J. A. R. **Influência da junta vertical na resistência a compressão de prismas em alvenaria estrutural de blocos de concreto celular autoclavados**. 2001. 210 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) Escola de Engenharia-UFMG, Belo Horizonte, 2001.

PELACANI, Valmir Luiz. **Responsabilidade na construção civil**. Curitiba: CREAPR, 2010. Disponível em: <https://www.crea-pr.org.br/ws/wp-content/uploads/2016/12/caderno07.pdf> Acesso em: 12 jan. 2022.

PERON, Robson. **Viabilidade econômica do uso de bloco celular autoclavado assentado com argamassa polimérica como vedação de unidades residenciais multifamiliares**: um estudo de caso comparativo. Orientador: Charles Mendes de Souza. 2018. 77 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão - SC, 2018.

RODRIGUES, Conrado de Souza. **Eficiência térmica é a virtude do CCA. 2012?** Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/eficiencia-termica-e-a-maior-virtude-docca>>. Acesso em: 13 jan. 2022.

SABBATINI, Fernando Henrique. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos** - formulação e aplicação de uma metodologia. São Paulo, 1989. 207 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia) – Setor de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. p. 54.

SOUZA, Marcos Roberto Tonon de. **Capacitação da Mão de Obra na Construção Civil**. Orientador: Frank Dieter Schulze. 2019. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP), Caçador - SC, 2019. Disponível em: <https://acervo.uniarp.edu.br/wp-content/uploads/tccs-graduacao/Capacitacao-da-mao-de-obra-na-construcao-civil-Marcos-Roberto-Tonon-de-Souza-2019.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2022.

VARISCO, Marcelo Queiroz. **Análise do desempenho de blocos de concreto celular autoclavado em um sistema de vedação externa**. Orientador: Prof. Dr. Luiz Alkimin de Lacerda. 2014. 147 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Tecnologia) - Institutos de Tecnologia para o Desenvolvimento, LACTEC, Curitiba - PR, 2014. Disponível em: <https://lactec.org.br/wp-content/uploads/2021/03/Dissertacao.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2022.

VILANOVA, Matheus Brant. **UTILIZAÇÃO DE ESCÓRIA DE ALUMÍNIO NA FABRICAÇÃO DE CONCRETO CELULAR AUTOCLAVADO**. Orientador: Sidney Nicodemos da Silva. 2017. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Materiais) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte - MG, 2017. Disponível em:

https://www.demat.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/25/2018/06/TCC-II-Matheus-Brant-Vilanova_10_07.pdf. Acesso em: 8 fev. 2022.

VITO, Bruno Tirlone. **Análise da resistência de aderência de sistema de revestimento cerâmico, em alvenaria com bloco de concreto celular autoclavado, sem inserção de emboço**. Orientador: Elaine Guglielmi Pavei Antunes. 2019. 20 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, Santa Catarina - BR, 2019. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/7501/1/BrunoTirloneVito.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2022.

WITZKE, Franky Bruno. Análise técnico-econômica dos blocos de concreto celular autoclavado na alvenaria de vedação. **Revista Engenharia e Construção Civil**. Curitiba, 2015. 14p.

WEATHERSPARK. **Condições meteorológicas em abril em Angicos Brasil**. [S. l.], 25 maio 2022. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/m/31299/4/Condi%C3%A7%C3%B5es-meteorol%C3%B3gicas-caracter%C3%ADsticas-de-Angicos-Brasil-em-abril>. Acesso em: 26 maio 2022.