



**UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA**

**EDSON LUIZ MATEUS RODRIGUES**

**COMPARATIVO DO CUSTO DIRETO ENTRE BLOCOS CERÂMICOS E  
BLOCOS DE CONCRETO PARA CASAS DE MÉDIO PORTE**

Tubarão

2021

**EDSON LUIZ MATEUS RODRIGUES**

**COMPARATIVO DO CUSTO DIRETO ENTRE BLOCOS CERÂMICOS E  
BLOCOS DE CONCRETO PARA CASAS DE MÉDIO PORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Engenharia Civil da Universidade  
do Sul de Santa Catarina como requisito parcial  
à obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Ismael Medeiros

Tubarão

2021

**EDSON LUIZ MATEUS RODRIGUES**

**COMPARATIVO DO CUSTO DIRETO ENTRE BLOCOS CERÂMICOS E  
BLOCOS DE CONCRETO PARA CASAS DE MÉDIO PORTE**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 3 de dezembro de 2021.

---

Professor e orientador Ismael Medeiros, Esp.  
Universidade do Sul de Santa Catarina

---

Prof. Lucimara Aparecida Schambeck Andrade, Ms.  
Universidade do Sul de Santa Catarina

---

Prof. Charles Mendes de Souza, Esp.  
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedico essa monografia primeiramente a Deus.  
Sem ele nada disso seria possível. E para toda  
minha família e apoiadores por todo apoio e  
incentivo necessário para chegar até aqui.

## AGRADECIMENTOS

Gratidão é uma atitude diária, pois agradecer é algo a se fazer em todos os momentos, sendo eles bons ou ruins.

O Salmos 116, escrito por Davi no Livro Sagrado nos ensina que devemos todo o louvor ao senhor Deus, por todos os benefícios que ele nos permitiu viver até aqui, por isso agradeço a Ele por todos os dias que me concedeu viver.

Aos meus pais, Edson e Susana Rodrigues, agradeço por sempre estarem presentes e me apoiarem nessa jornada acadêmica.

Ao meu orientador Ismael Medeiros, pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho e pelas valiosas contribuições dadas durante todo o processo assim como todos os meus professores do curso de Engenharia Civil da Universidade do sul de Santa Catarina pela excelência da qualidade técnica de cada um.

Não poderia deixar de agradecer também a minha namorada Isabela Xavier que sempre esteve ao meu lado me dando apoio e ajuda durante todo o processo construtivo dessa monografia.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte de minha formação, o meu muito obrigado.

“O fim das coisas é melhor do que o seu início, e o paciente é melhor que o orgulhoso”  
(BÍBLIA, Eclesiastes, 7, 8).

## RESUMO

O presente trabalho tem a pretensão, de forma demonstrativa, apresentar a comparação dos materiais: blocos cerâmicos e os blocos de concreto, para edificações de médio porte na região sul de Santa Catarina. As análises são provenientes de pesquisa qualitativa, com abordagem do tipo exploratória. No próprio, compara-se o bloco de concreto com o bloco cerâmico em relação a custo direto, conforto térmico e acústico, onde o bloco cerâmico se sobressai nas análises de custo-benefício e conforto térmico. Já no conforto acústico o mesmo cumpre basicamente as normas solicitadas, porém sua eficiência se manteve inferior ao bloco de concreto. Pode-se resumir que o bloco cerâmico acaba sendo o melhor material para ser usado, devido a zona estudada ter em abundância a sua matéria prima, e também pelo fato de ele ser um material com custo benéfico e conforto térmico melhor que o bloco de concreto.

Palavras-chave: Propriedades térmicas; Propriedades Acústicas; Blocos cerâmicos; Blocos de Concreto.

## **ABSTRACT**

The present work intends, in a demonstrative way, to present a comparison of materials: ceramic blocks and concrete blocks, for medium-sized buildings in the southern region of Santa Catarina. The analyzes come from qualitative research, with an exploratory approach. In itself, the concrete block is compared with the ceramic block in relation to direct cost, thermal and acoustic comfort in a medium-sized building in the southern region of the State of Santa Catarina, where the ceramic block excels in cost analyses. -benefit and thermal comfort. In terms of acoustic comfort, it basically complies with the required standards, but its efficiency remained inferior to that of the concrete block. It can be summarized that the ceramic block turns out to be the best material to be used, due to the area studied having an abundance of its raw material, and also because it is a material with beneficial cost and thermal comfort better than the concrete block .

**Keywords:** Thermal properties; Acoustic properties; Ceramic blocks; Concrete blocks.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Exemplos de alguns blocos cerâmicos.....	22
Figura 2 - Média de absorção de blocos de vedação. ....	24
Figura 3 - Principais famílias de blocos de concreto.....	24
Figura 4 - Exemplo de blocos de concreto. ....	25
Figura 5 - Exemplo de alvenaria de vedação com blocos cerâmico.....	27
Figura 6 - Exemplo de alvenaria de vedação com blocos de concreto.....	27
Figura 7 - Metodologia.....	30
Figura 8 - Resultados da avaliação dos blocos de 6 furos na Região B. ....	35
Figura 9 - Dimensões nominais dos blocos de concreto. ....	36
Figura 10 - Designação por classe, largura dos blocos e espessura mínima .....	37
Figura 11 - Modelo bloco cerâmico da análise.....	41
Figura 12 - Modelo blocos de concreto da análise. ....	42
Figura 13 - Condições de exposição conforme as regiões brasileiras. ....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela NBR 7171:1992. Resistência à compressão. ....	34
Tabela 2- Tipo de modulação de blocos de concreto. ....	36
Tabela 3 - Produtividade das alvenarias. ....	38
Tabela 4 - Tabela de valores de auxiliar de pedreiro e pedreiro na construção civil de setembro de 2021. ....	39
Tabela 5 - Tabela de valores com materiais e mão de obra para aplicação da alvenaria de vedação com blocos cerâmicos (14x19x29 cm). ....	40
Tabela 6 - Tabela de valores com materiais e mão de obra para aplicação da alvenaria de vedação com blocos de concreto (14x19x 39 cm). ....	40
Tabela 7 - Valor mínimo admissível de transmitância térmica e capacidade térmica. ....	43
Tabela 8 - Resultados da análise térmica de Fiegenbaum para blocos de concreto e blocos cerâmicos. ....	44
Tabela 9 - Resultados da análise térmica de Kappaun para blocos de concreto e blocos cerâmicos. ....	44
Tabela 10 - Valores mínimos de diferença padronizada de nível ponderada (DnT, w) entre ambientes. ....	47
Tabela 11 - Resultados experimentais de laboratório do isolamento sonoro de alvenaria. ....	48
Tabela 12 - Valores de resistência (Rw) médios, do bloco vazado de concreto. ....	49
Tabela 13 - Resultados do índice de redução sonora aérea de alvenarias, de ensaios em laboratórios. ....	50

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1	JUSTIFICATIVA .....	11
1.2	OBJETIVOS.....	12
1.2.1	Objetivo geral .....	12
<b>1.2.2</b>	<b>Objetivo específicos .....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
2.1	BREVE HISTÓRICO DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	14
2.2	MÉTODOS CONSTRUTIVOS.....	16
2.3	MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO .....	18
2.3.1	Argila.....	18
2.3.2	Cimento Portland.....	19
2.3.3	Bloco cerâmico.....	20
2.3.4	Blocos de concreto .....	22
2.4	ALVENARIA DE VEDAÇÃO .....	25
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>29</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>32</b>
4.1	INTRODUÇÃO AO CAPÍTULO.....	32
4.2	PROPRIEDADES E CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS .....	32
4.2.1	Blocos cerâmicos.....	32
4.2.2	Blocos de concreto .....	35
4.3	PARÂMETRO DE PRODUTIVIDADE.....	38
4.4	COMPARATIVO TÉRMICO .....	42
4.5	COMPARATIVO ACÚSTICO .....	45
	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>52</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>53</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A construção civil historicamente, apresenta um quadro evolutivo dinâmico e conservador, unindo diferentes filosofias ao longo de sua trajetória evolutiva. Cita-se por exemplo, construções seculares, como as pirâmides egípcias, o Coliseu, a Muralha da China, entre outras, das quais utilizam-se de diferentes técnicas e materiais construtivos. Dentre tantas técnicas desenvolvida ao longo dos séculos os materiais foram se desenvolvendo. Após isso se desenvolveu até chegar à criação do cimento Portland que trouxe consigo muita evolução ao passar dos anos, formando peças de concreto com tamanho e formas ajustáveis para qualquer tipo de demanda solicitada. Por um grande período o empirismo tomou conta da área da engenharia civil, pois só a partir do século vinte que, a humanidade recebeu a criação do concreto armado aderindo peças menores ainda com uma resistência muito maior, segundo ROMAN, 2009:

“Muitas estruturas foram super-dimensionadas, tal qual o edifício Monadnock em Chicago de 1891. Porém, a partir da metade do século XX, as pesquisas científicas começaram a trazer os primeiros parâmetros que iriam substituir o empirismo por métodos de cálculos racionais. Surgiam os primeiros edifícios em alvenaria estrutural armada” (ROMAN, 2009).

A construção civil está em constante pesquisa, sendo assim, a mesma adapta cada vez mais materiais que se adequam melhor no custo-benefício de ma obra levando em consideração valor e a harmonia das peças, resultando por sua vez a possibilidade da engenharia civil estruturar não apenas cidades, mas também a economia da sociedade.

Neste sentido, com base em pesquisas recentes em relação a comparação entre blocos cerâmico e bloco de concreto, essa monografia, está levando em consideração bases bibliográficas, e experimentos já feitos e reconhecidos.

### 1.1 JUSTIFICATIVA

A necessidade por melhores edificações, faz com que a busca por novas soluções ocorra de forma dinâmica e sistêmica. E se a inovação e conforto são itens solicitados para o ambiente

de trabalho, meios de transporte, dispositivos móveis, deve-se modernizar o lar da mesma maneira; Segundo Barry (2008).

“um recinto de uma edificação deve proporcionar ao usuário conforto e privacidade acústica condizentes à finalidade do ambiente, sobretudo quando se destina ao repouso ou trabalho intelectual”

Logo os tijolos cerâmicos são aplicados apenas para preencher vazio entre o concreto armado (vigas e colunas), de acordo com Thomaz ET EL (2009, p.11).

“Componente vazado, com furos prismáticos perpendiculares às faces que os contêm, que integra alvenarias de vedação intercaladas nos vãos de estruturas de concreto armado, aço ou outros materiais. Normalmente são empregados com os furos dispostos horizontalmente, devendo resistir somente ao peso próprio e a pequenas cargas de ocupação.”

Os tijolos de cerâmica para alvenaria de vedação são um dos tipos materiais que não possuem resistência para suportar cargas elevadas de uma edificação, então servem especialmente para preencher vazio ocasionado pelo concreto armado e também usados para delimitar locais nas residências como por exemplos, quartos, sala, cozinha.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Através desse trabalho de conclusão de curso deseja-se demonstrar uma comparação na construção com blocos cerâmicos em comparação com os blocos de concreto para alvenaria de vedação para casas de médio porte, ou seja, compostas por construções de 100 a 800 m<sup>2</sup> da região sul de Santa Catarina; levando em consideração os seguintes pontos, conforto térmico e acústico da edificação, bem como apresentar os valores dos materiais e da mão de obra para aplicação do mesmo.

### 1.2.2 Objetivo específicos

- Delimitar a melhor relação custo x benefício entre os materiais a partir de análises produtiva e financeira;
- Quantificar o conforto térmico interno da edificação, a partir de bases referenciais bibliográficas e normativas;
- Quantificar o conforto acústico interno da edificação, a partir de bases referenciais bibliográficas e normativas.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 BREVE HISTÓRICO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

O conceito de construção civil é baseado no desenvolvimento do conforto da sociedade, por isso também é considerada um dos principais setores industriais assim como é parte representativa do produto interno bruto PIB.

“A construção civil é uma atividade econômica que representa uma parcela importante do produto interno bruto de qualquer país e tem efeitos significativos na empregabilidade de pessoal “. (UNIEMP, 2010).

Assim como grande parte dos setores, a construção civil também tem ligação social, histórica e pedagógica ao longo dos séculos.

“A História da Construção debruça-se sobre os fatos e eventos correlacionados direta e indiretamente à construção arquitetônica e urbana e tem como pesquisadores, profissionais oriundos de campos distintos do saber científico como arquitetura, urbanismo, engenharia, história, arqueologia, geografia, sociologia, pedagogia etc”. (RIBEIRO, 2011).

A construção civil existe desde a antiguidade, por exemplo as pirâmides construídas pelos egípcios exigiam um grande esforço físico e demandava um longo período de tempo, para que assim fosse possível realocar e mover os blocos de rocha com os quais foram construídas.

“Na antiguidade, os egípcios foram grandes construtores e dominaram a arte de construir estruturas com blocos de rocha, mas não esgotaram o enorme potencial desse material. Os engenheiros da idade média ainda levariam aos mais belos usos esse nobre material de construção, com a construção das espetaculares igrejas góticas, explorando os limites construtivos de estruturas em rocha.” (HELENE, 2010).

Logo após a construção das grandes pirâmides tivemos várias obras, como por exemplo as igrejas góticas. Conforme os anos se passam a construção civil vem evoluindo, gradativamente a fim de facilitar a vida do homem otimizando tempo com o uso de ferramentas, máquinas e materiais sofisticados aumentando a qualidade das construções.

Aproximadamente em 2000 a.C. tivemos também a utilização da cal, na ilha de Creta, para formação da argamassa com adições de alguns agregados descobertos pelos romanos,

formando assim uma argamassa muito resistente para época, levando em consideração a pouca tecnologia do Século XX a.C.

“A argamassa de cal já era utilizada 2000 anos antes de Cristo, na ilha de Creta, e no terceiro século a.C., os romanos descobriram uma fina areia vulcânica que, misturada com argamassa de cal, resultava em uma argamassa muito resistente e possível de ser aplicada sob a água. Os romanos também faziam uso de uma pozolana de origem vulcânica, e misturada à areia, pedra e água, confeccionavam concretos que foram aplicados em construções que perduram até os dias de hoje, como o Panteão, construído durante o primeiro século da era Cristã”.(BASTOS, 2019, p11).

A primeira grande descoberta da construção civil foi o concreto de cimento Portland no século XIX, pois com essa descoberta a mesma teve uma evolução notável. Com essa inovação, foi possível viabilizar produção de grandes peças de concreto com formatos e tamanhos desejados. A maior prova deste grande feito, foi a sua boa aceitação, no século XX por exemplo, foi o material mais consumido pelo homem ficando atrás somente da água.

“O concreto de cimento Portland é o mais importante material estrutural e de construção civil da atualidade. Mesmo sendo o mais recente dos materiais de construção de estruturas, pode ser considerado como uma das descobertas mais interessantes da história do desenvolvimento da humanidade e sua qualidade de vida.” (HELENE, 2010).

Construções espalhadas pelo mundo todo começaram a aparecer com várias formas e com diferentes finalidades. Algumas até mesmo para trazer mais facilidade e segurança, como a construção de pontes, pois com essa matéria prima é possível desenvolver rochas no formato que desejar.

“Em 1883, os americanos surpreenderam o mundo construindo a maravilhosa Ponte do Brooklin em nova York, vedete de filmes até hoje. É interessante notar que as fundações dessa ponte foram construídas originalmente em alvenaria de blocos de rocha, pois não havia ainda o concreto armado. Tratava-se de, e ainda é, uma linda ponte suspensa viabilizada pelos cabos de aço galvanizados, patenteados e fornecidos por John Augustus roebling.” (HELENE, 2010, p.6).

Após a descoberta do concreto de cimento Portland, outra inovação foi a criação do concreto armado. A união do cimento Portland com o aço deixou a peça com uma maior resistência, utilizando assim uma menor quantidade de consumo do concreto, tornando-se peças menores e ainda mais resistentes do que antes.

“A primeira teoria realista e consistente sobre o dimensionamento das peças de Concreto Armado surgiu com uma publicação de Edward Morsch em 1902, eminente engenheiro alemão, professor da Universidade de Stuttgart na Alemanha. Suas teorias resultaram de ensaios experimentais, dando origem às primeiras normas para o cálculo e construção em Concreto Armado. A treliça clássica de E. Morsch é uma das maiores invenções em Concreto Armado, permanecendo ainda aceita, apesar de ter surgido há mais de 100 anos.” (BASTOS, 2019, p12).

No século XX, tivemos um grande avanço da engenharia civil. A alvenaria estrutural, surgiu proporcionando paredes de edifícios mais discretas, ou seja, com espessuras menores do que o habitual, e com isso começou-se mais um grande campo de pesquisa e estudo para engenharia.

“O marco inicial da “Moderna Alvenaria Estrutural” aconteceu em 1951, quando foi feito na Suíça um edifício de 13 andares com paredes de 37cm de espessura em alvenaria estrutural não-armada, destacando as vantagens deste processo construtivo. A partir daí intensificaram-se as pesquisas, e os avanços tecnológicos, tanto dos materiais quanto das técnicas de execução foram sucessivos, disseminando-se por todo o mundo por meio de diversos congressos e conferências internacionais (BARBOSA, 2016).

Inovações como essas apresentadas acima, surgiram para modernizar, facilitar e trazer mais conforto para a sociedade. Por essa razão a busca por conhecimento e aperfeiçoamento dentro do campo da construção civil vem evoluindo dia após dia.

## 2.2 MÉTODOS CONSTRUTIVOS

Os métodos construtivos aplicados na engenharia civil tiveram uma evolução paralela aos materiais da engenharia. O método aplicado à construção das pirâmides, marcaram a história da mesma. Admiradas até os dias atuais, é notável a eficiência do método construtivo

utilizado na época, visto que os blocos de pedra utilizados pesavam em torno de duas toneladas e estão perfeitamente alinhados nos dias hodiernos.

“Era por volta de 2.750 a.C., e essa forma de projetar e construir pode ser considerada a 1ª grande revolução. Os egípcios, melhor dito, o Arquiteto Imhotep tinha introduzido, provavelmente sem o saber, o conceito de vida útil na construção civil. Para se ter uma ideia da evolução que isso representou para a sociedade egípcia e para a humanidade, pode-se citar que, mesmo muitos séculos depois, outros povos da antiguidade ainda engatinhavam na arte de construir estruturas.”(HELENE, 2010, p.4).

Após a revolução industrial, a engenharia teve grandes evoluções de métodos construtivos, através desta, teve também outro grande marco para a construção civil pois com o avanço da tecnologia no aço tal como nas máquinas, proporcionam métodos para se fazer possível a realização de grandes obras tais como pontes, monumentos históricos, entre outros.

“A 2ª grande revolução na arte de projetar e construir estruturas ocorreu somente com a revolução Industrial, ou seja, nos fins do século XVIII e princípios do século XIX, com a chegada do aço para a construção de estruturas. Foi então que a Engenharia conseguiu construir pontes de grandes vãos. A primeira delas foi a ponte metálica construída em 1781, em arco e ainda com modestos 30m de luz, denominada Coalbrookdale Bridge, situada em Telford, região admitida como centro da revolução Industrial, na Inglaterra, e que até hoje se encontra em uso para pedestres.” (HELENE, 2010, p.2).

Logo em 1899, a primeira prova que a junção entre aço e concreto seria possível, veio a realidade, inclusive resultaria na melhoria estrutural de engastamento da edificação entre uma viga e outra incluindo lajes e pilares; foi assim então que a construção de uma ponte, desenvolvida por Hennebique, resultou na comprovação que a resistência poderia melhorar naquele cenário.

“Hennebique, que também projetou e construiu a primeira ponte de concreto armado em Châtelleraut, em 1899, mostrou que havia resolvido os problemas de ligação e engastamento entre vigas, pilares e lajes. Para demonstrar as vantagens e segurança desse novo sistema construtivo, ele projetou e construiu o primeiro edifício totalmente de concreto armado, com pilares, vigas e lajes, similar ao que hoje se pratica em todas as nações do mundo. Demonstrou ser possível, seguro e durável, substituir as paredes

portantes por paredes de vedação e os pisos metálicos ou de madeira por lajes de concreto armado, inaugurando em 1901 um edifício de 7 andares onde fez sua residência e seu escritório de negócios.” (HELENE, 2010, p.10).

Mesmo estando em constante mudança para melhoria, ainda hoje se é utilizado os materiais desenvolvidos por Louis Vicat, Henry Le Châtelier e René Féret e aprimorados por Hennebique.

## 2.3 MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

### 2.3.1 Argila

A argila é um solo formado por um, ou mais de um, mineral argiloso, extraído da natureza. Dentro da construção civil a mais comum utilizada é a de cor avermelhada, devido às suas propriedades mecânicas.

“Argila é o nome dado a um sedimento formado por partículas de dimensões muito pequenas, abaixo de 1/256 milímetros (4 micrômetros) de diâmetro. Esse sedimento pode ser formado por apenas um mineral argiloso, mas o mais comum é ser formado por uma mistura deles, com predomínio de um. Todos, porém, são filossilicatos - ou seja, silicatos que formam lâminas -, de baixa dureza, densidade também relativamente baixa e boa clivagem em uma direção.” (BRANCO, 2014).

Sendo utilizada como matéria prima para vários outros materiais, na construção civil ela é muito utilizada para a fabricação de tijolos cerâmicos, que são de extrema importância para alvenaria de vedação de edifícios, e também para a fabricação de telhas, quais são utilizadas na cobertura de telhados.

“Produto cerâmico é qualquer material inorgânico, não metálico, que foi submetido a um tratamento térmico em temperatura elevada como parte essencial de sua fabricação (Kirsch, 1972). Além das argilas, as matérias-primas mais importantes para a cerâmica incluem quartzo e feldspato. As argilas comuns (argilas cerâmicas) são constituídas geralmente de dois minerais argilosos, a esmectita e a illita, podendo haver outras espécies associadas. Seu uso vem sendo feito há milênios, na forma de tijolos, telhas, urnas funerárias, vasos etc. São também usadas como fonte de alumina e na fabricação de cimento e agregados leves ou argilas expandidas. Na fabricação de tijolos, telhas e manilhas utiliza-se praticamente todo tipo de argila. Preferem-se,

porém, aquelas com no máximo 30% de caulinita e com 25-50% de minerais não argilosos de granulização fina. Se o material for excessivamente plástico, adiciona-se areia.” (BRANCO, 2014).

A mesma é um material inorgânico que após sua queima se torna muito mais resistente, a diversas intempéries. Dentro da construção civil são mais utilizados o material com no máximo 30% de minerais não argilosos. Se o material for muito plástico costuma-se adicionar areia.

“Cerca de 90% do total produzido destinam-se à fabricação de agregados e materiais de construção. Os 10% restantes têm variada aplicação, que inclui absorventes, tintas, papel, borracha, descorantes e produtos químicos e farmacêuticos, sendo úteis ainda na indústria do petróleo e na agricultura. Essas argilas são chamadas de argilas especiais e, embora constituam apenas 10% do volume produzido, respondem por 70% do valor. Os outros 90% são chamados de *argilas comuns*, *argilas cerâmicas* ou *argilas vermelhas*. Este último nome provém do fato de, quando levadas ao forno, adquirirem cor de vermelha a marrom.” (BRANCO, 2014).

A cada 100% de argila produzida, 90% da produção delas são destinadas ao setor da engenharia civil, para produção de tijolos, telhas entre outros; a mesma após a queima adquire uma cor avermelhada ou marrom.

### 2.3.2 Cimento Portland

Dentre tantos materiais fundamentais para uma construção resistente, tem-se como um dos principais itens o cimento Portland, que foi descoberto no século XIX e foi um material muito utilizado no século XX, atualmente continua tendo grande utilização para edifícios de pequeno e grande porte, junto com os agregados pois o mesmo se torna o concreto.

“O concreto de cimento Portland é o mais importante material estrutural e de construção civil da atualidade. Mesmo sendo o mais recente dos materiais de construção de estruturas, pode ser considerado como uma das descobertas mais interessantes da história do desenvolvimento da humanidade e sua qualidade de vida.” (HELENE, 2010).

O cimento Portland em sua fabricação é composto por duas etapas, a primeira é a formação do clínquer, que é feito pela mistura do calcário, argila e minério de ferro, após a

mistura desses elementos o preparo passa por moinhos e logo depois ao sair por um forno rotativo a 1450°C. Em seguida, na segunda etapa é adicionado a mistura do clínquer mais o gesso formando assim o cimento Portland.

“Após a pré-homogeneização, a qual homogeneiza o material, segue para o britador secundário. Aquele material que ficou acima de 0,050mm (50m) segue para moinho (pode ser de bolas ou vertical). Depois o material se torna uma farinha fina (farinha de cru) e segue para o silo para ser armazenado. Quando a farinha entra na primeira etapa da torre do ciclone, a temperatura que é de 45°C a 70°C aumenta para 440°C, na segunda etapa da torre de ciclone, atinge de 650°C. Quando a farinha entra na terceira etapa a temperatura está a 770°C. Com 900Cº na quarta etapa, o material está no ponto ideal para ser clinquerizado. A farinha aquecida entra no forno para ser cozida por uma chama que pode chegar a uma temperatura de 2000°C. O produto final, clínquer, sai do forno com uma temperatura em torno de 1450°C e é resfriado com recuperação do calor, é armazenado em um galpão, seguindo para a moagem. Quando o material está sendo moído adicionam-se escória, gesso e material pozolânico a fim de fabricar os diferentes tipos de cimento portland.”(CHAVES, 2011)

Após esses processos o cimento Portland passa por adições, para a fabricação de vários tipos de cimento. E passa a ser utilizado na construção civil para a fabricação de concreto, entre outros. O material também é utilizado para a fabricação de blocos de concreto.

### **2.3.3 Bloco cerâmico**

Os blocos de cerâmica, também conhecido como tijolos de cerâmica, o qual é utilizado para as vedações necessárias, tendo duas categorias estruturais e vedativos, (mais a frente será citado um pouco além, sobre a categoria dos vedativos). O mesmo resiste a cargas laterais como impactos acidentais e até mesmo fatores climáticos.

“O bloco cerâmico, também conhecido como tijolo, é um dos elementos de construção mais antigos. Têm-se relatos de que desde 4000 A.C o tijolo é utilizado como material de construção das mais diversas habitações. A alvenaria feita com bloco cerâmico constitui o método de produção mais antigo e mais utilizado. Os blocos cerâmicos, também conhecidos por tijolos, constituem peças produzidas com a matéria-prima argila, recebendo ou não aditivos, e apresentam coloração

avermelhada. No processo de fabricação a queima ocorre a elevadas temperaturas.” (BARBOSA ET AL., 2011).

O mesmo é um material qual teve seu primeiro registro de existência feito por volta de 4000 A.C, sua aplicação é feita em vários modelos de obras, seja ela, obras de grande e pequeno porte, o tijolo é um material que não se tem resistência para suportar pesos ao qual a edificação solicita.

No Brasil o bloco é utilizado a muito tempo também, porém só no ano de mil novecentos e quarenta, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) aprovou normas de especificações para fabricação e uso do material.

“No Brasil, o uso do tijolo cerâmico também é bastante comum e antigo. Em 1940, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) aprovou normas especificando a produção do tijolo de barro cozido maciço com comprimento de 22,0 cm, largura de 11,0 cm e altura de 5,5 cm. Posteriormente, surgiu o tijolo furado de 20,0 cm x 20,0 cm.” (FERREIRA NETO, 2010).

Devido à grande estabilidade da argila e do processo ainda ser meio instável, os blocos nem sempre saem com resistência esperada, resultando assim pouca confiabilidade na qualidade do material.

“O não atendimento desses requisitos tem sido um dos maiores entraves para o desenvolvimento da alvenaria estrutural no Brasil. A baixa qualidade da maior parte dos tijolos fabricados ou a pouca confiabilidade na manutenção da qualidade, ao longo do tempo, por parte das olarias que produzem um tijolo com melhores características físicas e mecânicas, vem dificultando o uso deste tipo de estrutura” (OLIVEIRA, 1993).

O uso de blocos cerâmicos é mais recente, sua fabricação passa por alguns processos, primeira retirada da argila, moldagem no formato do tijolo, após uma prensagem e por último uma queima para criar resistência no material.

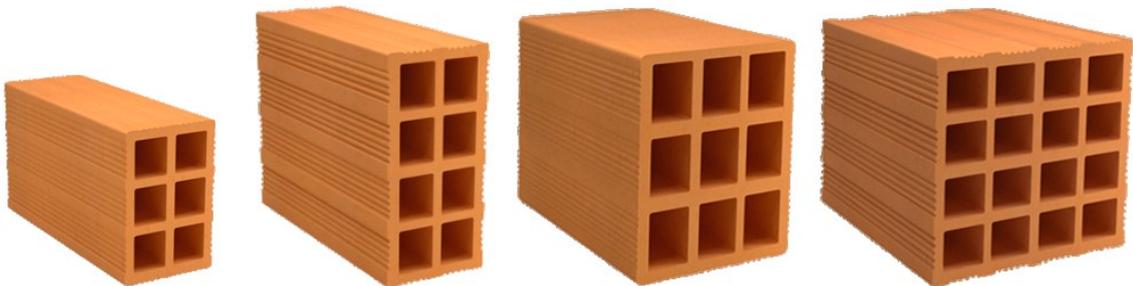
“A indústria oleira no Brasil usa processos de moldagem manuais ou mecânicos, por prensagem ou extrusão. As temperaturas de queima oscilam entre 900°C a 1200°C, conforme o tipo de argila e do forno utilizado para a queima. Para a fabricação dos tijolos e blocos cerâmicos, as argilas devem apresentar a propriedade de poder ser moldadas facilmente e possuir um valor médio ou elevado de tensão ou módulo de ruptura à flexão antes e após queimar.” (OLIVEIRA, 1993).

A alvenaria de vedação feita com blocos cerâmicos é um meio construtivo feito na própria edificação, tornando o processo um tanto quanto demorado, e com desperdícios devidos aos retalhos feitos na parede para passamento de tubulações, seja ela de elétrica ou hidráulica.

“A alvenaria é um sistema completamente artesanal. Todas as partes da construção em si são feitas “in loco” tornando o processo consideravelmente mais demorado. Sem contar muitas vezes com mão de obra não especializada. Com a mão de obra despreparada pode haver perda de material tanto por recortes mal feitos, como também pela necessidade muitas vezes de um retrabalho. O não planejamento detalhado de onde passarão as instalações, hidráulica e elétrica, também contribui, dado que fendas em paredes, pisos ou forros resultam em material desperdiçado.” (HASS, 2011).

Por serem feitas artesanalmente, todo o processo de construção feito no local, as construções de alvenaria, precisam de diversos tamanhos de peças de bloco cerâmico para facilitar o bom andamento da obra.

Figura 1 - Exemplos de alguns blocos cerâmicos.



Fonte: Google Imagens, 2018.

Hoje em dia se tem vários tipos e modelos de blocos cerâmicos, conforme podemos ver na figura 1, eles são escolhidos devido a carga de vento solicitante pela edificação, ou pelo conforto térmico, acústico desejado pelo cliente.

#### 2.3.4 Blocos de concreto

Os blocos de concreto são produzidos com cimento Portland, como os tijolos de cerâmica eles são produzidos em etapas, que são elas: preparo da argamassa, compactação nas

formas, vibração e ao contrário dos tijolos cerâmicos que são queimados, eles passam por um processo de cura devido seu material de fabricação, o cimento Portland.

“Os materiais com os quais o bloco de concreto são fabricados, são basicamente cimento Portland, agregados e água. Em algumas fábricas, muitas das fases do processo de industrialização são bastante automatizadas. O processo envolve a moldagem de concreto em moldes com as dimensões pré-estabelecidas, compactação, vibração, cura e armazenagem.” (Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR6136, 2006).

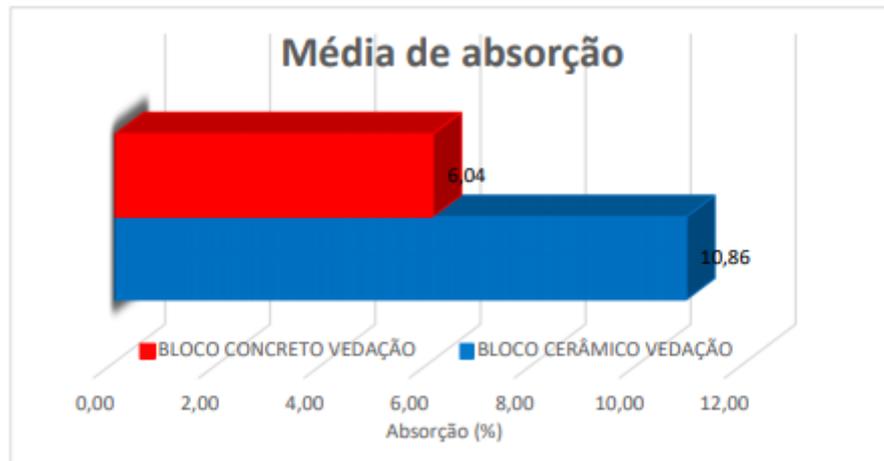
Seu processo construtivo tem vantagens em relação aos tijolos cerâmicos que são as passagens de tubulações, seja ela de instalações elétricas, hidráulicas. Devido ao seu formato com furação na vertical a passagem das instalações fica de fácil passagem, assim não recortando a parede e deixando a obra ainda mais limpa e com um menor desperdício.

Seguindo, na etapa de revestimento, o bloco de concreto aponta uma melhora no processo construtivo como por exemplo a aplicação dos azulejos, ele isenta o uso de reboco, ocasionando uma agilidade na construção da edificação, e também uma discrepância favorável no orçamento da obra.

Devido seu material de fabricação ser o cimento Portland, não a argila, e pelo seu processo de fabricação que passa pela cura e não por uma queima, ele demonstra uma resistência considerável à umidade nas edificações, conforme figura 2.

“Fazendo uma comparação com os valores obtidos é possível verificar que o bloco cerâmico tem uma porcentagem de absorção superior ao bloco de concreto, ou seja, mesmo atendendo a norma o bloco cerâmico tem uma chance de menor vida útil do que o de concreto. A explicação para tal diferença de porcentagem de absorção se dá pela composição de cada material, o bloco cerâmico é feito de argila e passou pelo processo de queima, tornando o material ávido de água, material este que absorve muito mais do que os materiais que compõe o bloco de concreto.” (OLIVEIRA, 2019).

Figura 2 - Média de absorção de blocos de vedação.



Fonte: Oliveira (2019).

Os principais blocos de concreto sem função estrutural atualmente comercializados apresentam as dimensões descritas na figura 3. (CARTILHA, 2008)

Figura 3 - Principais famílias de blocos de concreto.

Designação	Dimensões (mm)				
	Largura	Altura	Comprimento	Amarração	
Módulo M-20 (largura nominal de 20 cm)	190	190	390		
190			90		
Módulo M-15 (largura nominal de 15 cm)	140	190	390	340 (em L) 540 (em T)	
			190		90
Módulo M-10 (largura nominal de 10 cm)	90	190	290	290 (em T)	
			140		440 (em T)
			190		90
			190	290 (em T)	
			90	290 (em T)	

Fonte: Cartilha (2008).

Figura 4 - Exemplo de blocos de concreto.



Fonte: Google Imagens, 2021.

Na figura 3, é possível ver modelos e dimensões dos formatos de blocos de concreto, que devem respeitar as normas criadas pela ABNT. Logo na figura 4 podemos ver uma foto de como realmente é o material.

#### 2.4 ALVENARIA DE VEDAÇÃO

A alvenaria de vedação serve apenas para preencher vazios entre o concreto armado, ela é resistente somente ao seu próprio peso e alguns fatores climáticos como vento, chuva, entre outros. A sua aplicação é composta por camadas de tijolos assentados um após o outro e amarrados com argamassa e com intercalações das fiadas de tijolos como pode se observar nas figuras 5 com tijolos cerâmicos e na figura 6 com blocos de concreto.

“As alvenarias, também chamadas de vedações verticais podem ser entendidas como um subsistema do edifício, composto por elementos para dividir os ambientes internos, e o externo do interno. Agem como barreira para agentes indesejáveis: animais, ventos, ruídos entre outros. Pode ser considerada a união entre unidades (blocos e/ou tijolos) com um elemento de ligação (argamassa), gerando um conjunto rígido e estável.” (SALGADO, 2014).

Uma das funções da alvenaria de vedação é a separação de cômodos internos da edificação, e no externo impedindo a entrada de animais indesejáveis, e até mesmo mantendo a segurança do ambiente.

“No Brasil o uso da alvenaria como método construtivo é bastante difundido e é considerado o sistema principal para vedações, tanto internas quanto externas. 12 A alvenaria consiste na utilização de elementos, argila ou concreto, de dimensões reduzidas unidos entre si com a finalidade de fechar um ambiente a fim de prover segurança, conforto e habitabilidade à edificação, dentro de um sistema estruturado. Pode-se assim dizer que a função principal deste tipo de alvenaria seria a separação entre ambientes, principalmente no que diz respeito à alvenaria externa, que é responsável pela separação do ambiente interno do externo. Para estar cumprindo essas funções previstas deve atuar como barreira.” (NASCIMENTO, 2004).

Um das principais racionalizações na obra, para que seja possível economizar, são as alvenarias de vedação; pois devido ao seu grande desperdício, resultado da falta de planejamento; o seu baixo custo compensa pelo custo-benefício total da edificação.

“Quando se pretende implantar conceitos de racionalização da construção, deve-se iniciar pela estrutura da edificação. Em seguida, priorizar a alvenaria de vedação. Isso porque o subsistema de vedação vertical interfere nos demais subsistemas da edificação: revestimento, impermeabilização, esquadrias, instalações elétricas e de comunicação e instalações hidrossanitárias. Todos esses serviços somados representam uma parcela considerável do custo de uma obra.” (FERNANDES, 2016).

Figura 5 - Exemplo de alvenaria de vedação com tijolos cerâmicos.



Fonte: Google Imagens, 2021.

Figura 6 - Exemplo de alvenaria de vedação com blocos de concreto.



Fonte: Google Imagens, 2018.

Conclui-se que as melhorias dentro da engenharia civil estão em constante avanço, principalmente no que se refere à fusão entre aço e concreto, levando em consideração a comparação do tijolo cerâmico em relação ao bloco de concreto.

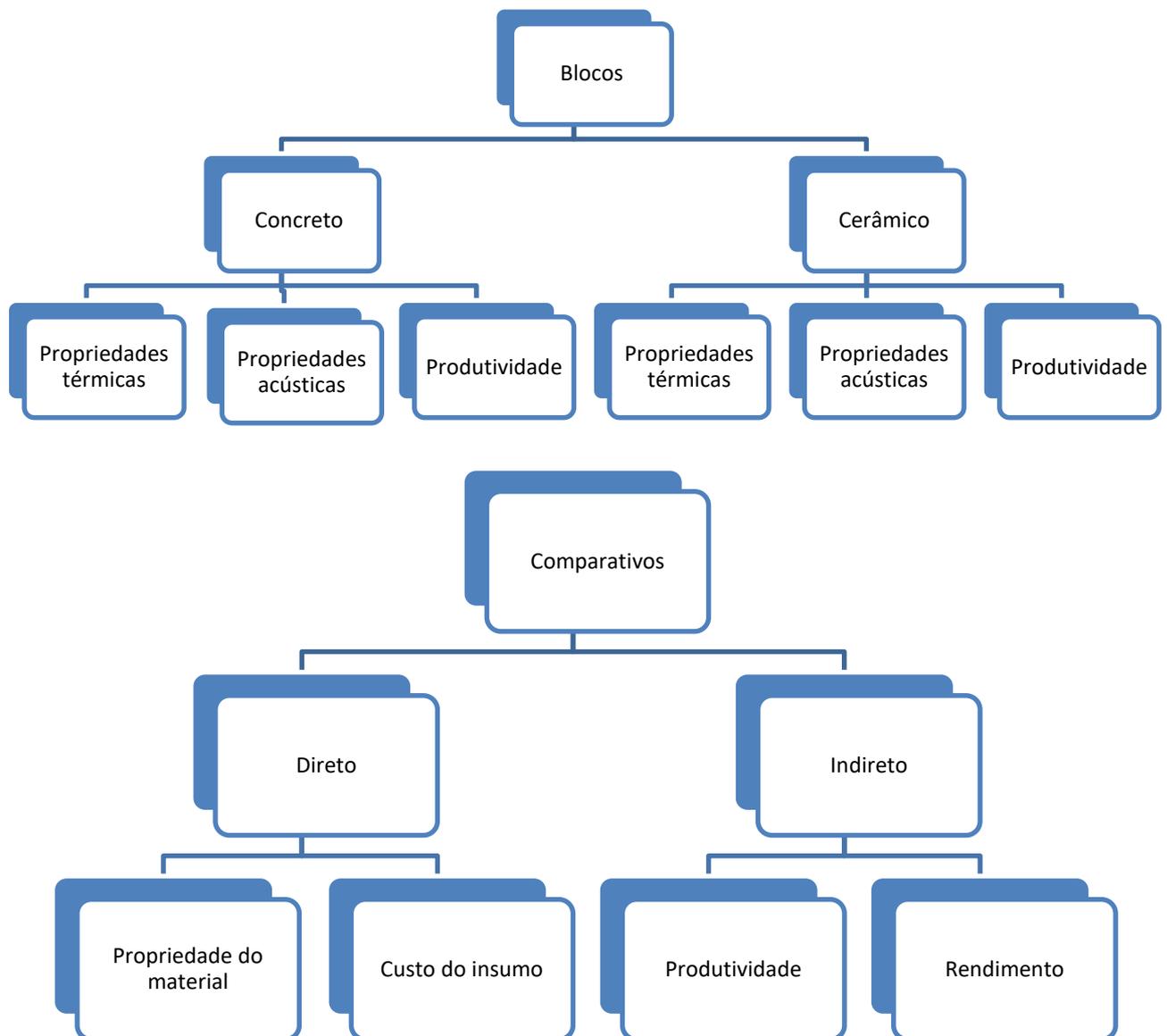
### 3 METODOLOGIA

O presente trabalho de conclusão de curso tem como proposta ser realizado através de uma pesquisa qualitativa, abordando diretamente o local e materiais de estudo.

"Os estudos denominados qualitativos têm como preocupação fundamental o estudo e a análise do mundo empírico em seu ambiente natural. Nessa abordagem valoriza-se o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo estudada". (GODOY, 1995).

Conforme afirma Godoy (1995), a abordagem qualitativa denominada pesquisa exploratória, é aquela cuja aplicação tem por finalidade a elaboração de instrumento de pesquisa adequado à realidade. A metodologia para este trabalho é sintetizada através da figura 7.

Figura 7 - Metodologia



Fonte: Autor, 2021.

- **Bloco de concreto:** dividido em três tópicos, propriedades térmicas, propriedade acústica, produtividade, levando em consideração bases bibliográficas, e experimentos já feitos e reconhecidos;
- **Bloco cerâmico:** dividido em três tópicos, propriedades térmicas, propriedade acústica, produtividade, levando em consideração bases bibliográficas, e experimentos já feitos e reconhecidos;

- **Comparativos:** comparação do bloco cerâmico e do bloco de concreto, de duas formas direta e indireta, levando em consideração bases bibliográficas, e experimentos já feitos e reconhecidos, demonstrando assim a eficiência e a agilidade dos blocos de cerâmicos para alvenaria de vedação, para construções de casas de médio porte da região sul de Santa Catarina, levando em consideração os seguintes pontos: conforto térmico e acústico da edificação, bem como apresentar os valores dos materiais e da mão de obra para aplicação do mesmo;
- **Direto:** comparar as propriedades e o custo do insumo dos materiais blocos cerâmicos e blocos de concreto, levando em consideração bases bibliográficas, e experimentos já feitos e reconhecidos;
- **Indireto:** comparar a produtividade para aplicação e o rendimento dos materiais blocos cerâmicos e blocos de concreto, levando em consideração bases bibliográficas, e experimentos já feitos e reconhecidos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo irá introduzir uma comparação no gerenciamento de produção, assim como algumas características, como térmica e acústica dos materiais de estudo na edificação. Assim sendo serão abordados resultados já comprovados cientificamente em uma composição genérica.

### 4.1 INTRODUÇÃO AO CAPÍTULO

Tendo em vista que, se tem duas famílias de blocos, são elas a família dos blocos convencionais que tem como sua principal atribuição o preenchimento dos vãos deixados pelos pilares, vigas e lajes em pórticos de concreto armado, e a família dos blocos estruturais que tem as mesmas funções dos blocos convencionais além da atribuição da parte estrutural da edificação. No Brasil um dos métodos construtivos mais utilizados é a alvenaria convencional composta por pórticos em concreto armado, com alvenaria de vedação entre eles.

Portanto a principal atribuição dos blocos convencionais é a vedação entre os pórticos em concreto armado, o mesmo também é um dos materiais que geram o conforto interno da edificação tal como conforto térmico, conforto acústico, entre outros.

### 4.2 PROPRIEDADES E CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

#### 4.2.1 Blocos cerâmicos

Os blocos cerâmicos ainda são os mais utilizados na construção civil no Brasil e na região sul de Santa Catarina devido a abundância de argila na mesma, é considerado um material com resistência e durabilidade constantes.

“Os materiais cerâmicos, ainda hoje, são largamente empregados na construção civil. Isso ocorre porque suas propriedades de resistência mecânica e sua durabilidade são estáveis, fazendo com que, normalmente, eles não sejam atacados por agentes que corroem metais e materiais orgânicos. Estas propriedades são de grande valor para a construção civil, já que os blocos/tijolos cerâmicos se constituem em importantes elementos da edificação.” (OLIVEIRA, 1993).

Segundo Oliveira (1993) os produtos cerâmicos apresentam algumas vantagens de uso e qualidade como:

- Composto por unidades de pequeno tamanho, permitindo detalhes esteticamente agradáveis e com grandes possibilidades em diferentes formas e implemento;
- Um material leve, reduzindo assim o custo da fundação;
- São fabricados em uma alta temperatura, como consequência ao seu processo construtivo ele possui uma alta resistência ao fogo.

As matérias-primas dos blocos cerâmicos são feitas de argila, plástico de caulinita-silicioso em uma camada mista contendo orgânicos, óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio. Normalmente são materiais provenientes de rios, lagos ou planícies aluviais. Para a fabricação do bloco cerâmico, a argila deve apresentar uma propriedade a ser moldada qual, se perde após a queima do material.

O processo do bloco cerâmico leva uma queima na finalização para o material ficar com sua característica final, as temperaturas de queima oscilam entre 900°C a 1200°C, conforme o tipo de argila e do forno utilizado para a queima.

Um das propriedades do bloco cerâmico é seu formato retangular, incluindo sua medida e formato com uma dimensão feita para que o profissional que irá aplicar o mesmo ter uma boa produtividade.

“O tijolo foi concebido na dimensão exata da capacidade manual do pedreiro. Em uma das mãos ele poderia segurar o tijolo e na outra a colher. A largura do tijolo era a largura média da mão humana, ou seja 15 cm. Partiu daí a relação ideal entre o comprimento - que deveria ter duas vezes a largura - e a espessura, que precisaria ter metade da largura. Isso, para que a peça não ficasse com sobras nas amarrações e permitisse o alinhamento previsto.” (OLIVEIRA, 1993).

Conforme a tabela 1, a NBR 7171 (ABNT, 1992) estabelece uma resistência mínima à compressão que seria de 1,0 MPa.

Tabela 1 - Tabela NBR 7171:1992. Resistência à compressão.

<b>Classe</b>	<b>Resistência à compressão na área bruta (MPa)</b>
10	1,0
15	1,5
25	2,5
45	4,5
60	6,0
70	7,0
100	10,0

Fonte: Oliveira (1993).

Segundo Oliveira (1993), as olarias do sul de Santa Catarina têm uma mão de obra não qualificada gerando assim uma má fabricação do material, como pode-se observar na figura 8.

Figura 8 - Resultados da avaliação dos blocos de 6 furos na Região B.

Código das Olarias	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Altura (mm)	Absorção (%)	Taxa de Sucção (kg/m <sup>2</sup> .min)	Densid. Aparente (kg/dm <sup>3</sup> )	Resistên-cia à Com-pressão (MPa)	Quant. bloc/m <sup>2</sup> junt.10 mm (unid.)	Quant. bloc/m <sup>2</sup> junt.15 mm (unid.)
B 16	173	84	128	19,00	2,70	0,78	0,41	40	38
B 16a	191	100	148	18,17	0,99	0,74	0,36	32	30
B 16 b	187	91	189	17,19	0,93	0,74	0,26	26	25
B 16 c	183	110	160	18,67	1,21	0,73	0,36	31	29
B 19	184	110	160	17,13	0,64	0,74	0,33	31	29
B 19 a	175	86	128	18,80	0,98	0,79	0,60	40	37
B 19 b	177	90	137	17,60	1,02	0,76	0,56	37	35
B 27	177	87	130	16,58	0,70	0,81	0,38	39	36
B 27 a	177	80	122	18,65	0,84	0,79	0,45	41	39
B 42	176	79	120	17,91	0,61	0,84	0,42	42	39
B 42 a	173	79	120	16,99	1,20	0,78	0,48	42	40
B 43	178	85	130	18,44	0,81	0,84	0,60	39	36
B 43 a	205	93	145	20,53	0,93	0,77	0,47	31	29
B 48	191	100	145	19,37	0,97	0,74	0,54	33	31
B 48 a	175	78	124	19,36	1,17	0,89	0,89	41	38
B 60	180	80	125	18,10	0,89	0,71	0,45	39	37
B 73	179	83	128	19,25	0,87	0,74	0,53	39	37
B 75	183	83	126	16,02	0,86	0,76	0,26	39	36
B 93	172	87	128	17,34	1,07	0,72	0,29	40	38
B 106	224	84	120	15,63	1,81	0,93	0,76	33	32
B 106 a	173	84	121	14,20	0,95	0,88	0,46	42	40
B 106 b	200	98	141	15,61	0,60	0,85	0,66	32	30

Fonte: Oliveira (1993).

Como é possível ver na figura 8, nenhuma das olarias da região sul de Santa Catarina, conseguiu alcançar a resistência solicitada pela NBR 7171 (ABNT, 1992), levando assim a concluir-se que as olarias da região sul de Santa Catarina precisam passar por um processo de qualificação de mão de obra.

#### 4.2.2 Blocos de concreto

Os blocos de concreto possuem um tamanho maior que os tijolos cerâmicos e também seu processo de fabricação é um pouco mais industrializado que o dos tijolos cerâmicos, nos blocos de concreto possuímos vários tamanhos e famílias de blocos, conforme a figura 9.

Figura 9 - Dimensões nominais dos blocos de concreto.

Familia		20 x 40	15 x 40	15 x 30	12,5 x 40	12,5 x 25	12,5 x 37,5	10 x 40	10 x 30	7,5 x 40	
Medida Nominal mm	Largura	190	140		115			90		65	
	Altura	190	190	190	190	190	190	190	190	190	
	Comprimento	Inteiro	390	390	290	390	240	365	390	290	390
		Meio	190	190	140	190	115	-	190	140	190
		2/3	-	-	-	-	-	240	-	190	-
		1/3	-	-	-	-	-	115	-	90	-
		Amarração "L"	-	340	-	-	-	-	-	-	-
		Amarração "T"	-	540	440	-	365	-	-	290	-
		Compensador A	90	90	-	90	-	-	90	-	90
		Compensador B	40	40	-	40	-	-	40	-	40
		Canaleta inteira	390	390	290	390	240	365	390	290	-
		Meia canaleta	190	190	140	190	115	-	190	140	-
	NOTA 1 As tolerâncias permitidas nas dimensões dos blocos indicados nesta Tabela são de $\pm 2,0$ mm para a largura e $\pm 3,0$ mm para a altura e para o comprimento. NOTA 2 Os componentes das famílias de blocos de concreto têm sua modulação determinada de acordo com a ABNT NBR 15873. NOTA 3 As dimensões da canaleta J devem ser definidas mediante acordo entre fornecedor e comprador, em função do projeto.										

Fonte: NBR 6136 (ABNT, 2006).

Segundo Filho (2007) dois tipos de modulações se destacam para a fabricação dos blocos; seriam elas a modulação Americana e a modulação Europeia, conforme a tabela 2.

Tabela 2- Tipo de modulação de blocos de concreto.

Modulação	Descrição
<b>Modulação Americana</b> <b>M = 20</b>	O bloco padrão mais utilizado é o vazado com dois furos cujas dimensões reais são 19 x 39 cm e disponíveis em diversas larguras, tais como: 7, 9, 11,5, 14 e 19 cm, sendo todas para alvenaria não estrutural e somente as duas últimas para alvenaria estrutural. Este bloco também é encontrado em meia peça de 19 x 19 cm e nas mesmas larguras. Este foi concebido para receber armadura vertical facilmente acomodável.
<b>Modulação Europeia</b> <b>M = 12,5</b>	Foi concebido basicamente para ser utilizado em alvenaria não armada, não facilitando por esse motivo a colocação de armaduras verticais. Para a colocação de armaduras horizontais, existem peças chamadas canaletas de fundo fechado e também canaletas "J".

Fonte: Filho (2007).

Cada modulação se destaca em alguma área específica, NBR 6136 (ABNT, 2006) apresenta as medidas de paredes, espessuras mínimas equivalente e classe de cada bloco, conforme apresentado na figura 10.

Figura 10 - Designação por classe, largura dos blocos e espessura mínima

Classe	Designação	Paredes longitudinais <sup>1)</sup> mm	Paredes transversais	
			Paredes <sup>1)</sup> mm	Espessura equivalente <sup>2)</sup> mm/m
A	M-15	25	25	188
	M-20	32	25	188
B	M-15	25	25	188
	M-20	32	25	188
C	M-10	18	18	135
	M-12,5	18	18	135
	M-15	18	18	135
	M-20	18	18	135
D	M-7,5	15	15	113
	M-10	15	15	113
	M-12,5	15	15	113
	M-15	15	15	113
	M-20	15	15	113

<sup>1)</sup> Média das medidas das paredes tomadas no ponto mais estreito.  
<sup>2)</sup> Soma das espessuras de todas as paredes transversais aos blocos (em milímetros), dividida pelo comprimento nominal do bloco (em metros).

Fonte: NBR 6136 (ABNT, 2006)

Segundo a NBR 7512 (ABNT, 1982) existe uma diferença de um centímetro nas dimensões modulares e nas dimensões de projeto e o valor acrescido com a junta de assentamento, que conforme a norma determina é de um centímetro de argamassa para assentamento do material tornando assim de 0,5 centímetro em cada face.

Segundo a normalização brasileira a resistência à compressão axial dos blocos de concreto ao qual, tem sua finalidade apenas para vedação da estrutura sua resistência mínima a compressão é de 2,5 MPa, segundo Filho (2007) existem duas classes para os blocos de concreto utilizado para vedação da estrutura, são elas:

- CLASSE AE – para uso geral, como paredes externas acima ou abaixo do nível do solo, que podem estar expostas à umidade ou intempéries, e que não recebem revestimento de argamassa de cimento;

- CLASSE BE – limitada ao uso acima do solo, em paredes externas com revestimento de argamassa de cimento, para proteção contra intempéries. No que concerne à resistência mecânica, a resistência à compressão característica

### 4.3 PARÂMETRO DE PRODUTIVIDADE

Os blocos cerâmicos estão entre os materiais mais tradicionais da construção civil no Brasil devido ao seu custo ser respectivamente baixo, e também por ser um material de simples acesso, sua matéria prima, a argila é conveniente fácil de se encontrar no território brasileiro.

Porém os blocos cerâmicos se encontram com uma negativa que seria sua falta de padronização, conseqüentemente de sua produção não ser padronizada, percebendo isso no canteiro de obras levando em consequência paredes desalinhadas e quebra do mesmo, levando a custos em desperdícios e entulhos.

Outro fator interessante nos blocos de concreto é sua aparência, em alguns projetos arquitetônicos devido a sua aparência deixa-se o mesmo exposto como forma de complementar o design da construção, ou em alguns casos como muros ou até mesmo galpões onde não necessitam de acabamento deixe se o material exposto economizando assim o material de acabamento superficial qual, neste caso, seria o reboco.

A produtividade segundo Simon (2015) na tabela 3, foi explorada em horas, do pedreiro e do servente e podemos chegar a uma conclusão, que os dois materiais têm sua produtividade igual.

Tabela 3 - Produtividade das alvenarias.

ESPECIFICAÇÃO	ESPESSURA PAREDE (cm)	PEDREIRO (horas)	SERVENTE (horas)	UNID./m <sup>2</sup>
Blocos de concreto 14x19x39 cm	14	0,7	0,7	13,1
Bloco cerâmico 14x19x39 cm	14	0,7	0,7	13

Fonte: SIMON (2015).

Um das vantagens que destacam os blocos de concreto em relação aos blocos cerâmicos seria a resistência mecânica, e seu tamanho ser padronizado, isso é consequência da sua produção ser através de maquinários, ou seja, um processo de fabricação mais industrializado.

Os blocos de concreto por serem mais pesados do que os blocos cerâmicos, e isso dificultar no transporte do material dentro do canteiro de obra e até mesmo na aplicação, o peso pode ser também um benefício na economia da argamassa devido ser mais pesado que os blocos cerâmicos utiliza-se uma menor quantidade de argamassa.

Nas tabelas 4, 5 e 6 foi comparado alguns valores de custos para aplicação dos blocos cerâmicos e blocos de concreto de 1 m<sup>2</sup> de alvenaria, valores referentes aos preços das horas trabalhadas apresentados na tabela 4, foram retirados do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil / Caixa Econômica Federal – SINAP, referente ao mês de setembro de 2021.

Tabela 4 - Tabela de valores de auxiliar de pedreiro e pedreiro na construção civil de setembro de 2021.

<b>Cargo</b>	<b>R\$ por hora</b>	<b>R\$ por mês</b>
Auxiliar de pedreiro	15,06	2.663,04
Pedreiro	22,72	4.016,40

Fonte: SINAP (2021).

Na tabela 5 e 6 está sendo apresentado o preço por unidade e o total dos blocos, segundo Penteadó (2011), adaptado os valores dos materiais e da mão de obra para os preços atuais no mercado regional e do Sinap (2021).

Tabela 5 - Tabela de valores com materiais e mão de obra para aplicação da alvenaria de vedação com blocos cerâmicos (14x19x29 cm).

<b>Componentes</b>	<b>Unidade</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unitário</b>	<b>Preço Total</b>
<b>Materiais</b>				
Bloco cerâmico	Un	17	R\$ 1,25	R\$ 21,25
Cal hidratada	Kg	2,89	R\$ 0,65	R\$ 1,88
Cimento	Kg	2,89	R\$ 0,73	R\$ 2,11
Areia	M <sup>3</sup>	0,19	R\$ 87,28	R\$ 16,58
<b>Mão de obra</b>				
Pedreiro	H	0,05	R\$ 22,72	R\$ 1,14
Auxiliar de pedreiro	H	0,05	R\$ 15,06	R\$ 0,75
<b>Preço Total:</b>				<b>R\$ 43,71</b>

Fonte: Penteadó (2011), adaptado.

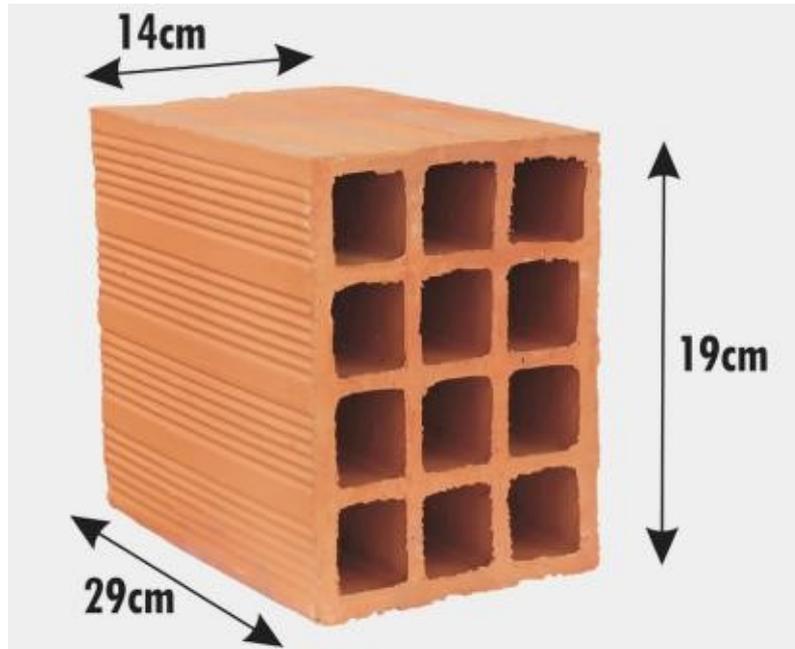
Tabela 6 - Tabela de valores com materiais e mão de obra para aplicação da alvenaria de vedação com blocos de concreto (14x19x 39 cm).

<b>Componentes</b>	<b>Unidade</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unitário</b>	<b>Preço Total</b>
<b>Materiais</b>				
Bloco de concreto	Un	12,5	R\$ 6,30	R\$ 78,75
Cal hidratada	Kg	0,8174	R\$ 0,65	R\$ 0,53
Cimento	Kg	2,89	R\$ 0,73	R\$ 2,10
Areia	M <sup>3</sup>	0,0163	R\$ 87,28	R\$ 1,42
<b>Mão de obra</b>				
Pedreiro	H	0,05	R\$ 22,72	R\$ 1,14
Auxiliar de pedreiro	H	0,05	R\$ 15,06	R\$ 0,75
<b>Preço Total:</b>				<b>R\$ 84,69</b>

Fonte: Penteadó (2011), adaptado.

Para análise dos blocos cerâmicos utilizou-se blocos cerâmicos com as medidas de 14 x 19 x 24 cm conforme a figura 11, com juntas de argamassa de 12 mm tendo assim um preço total para um m<sup>2</sup> de alvenaria de vedação com bloco cerâmico.

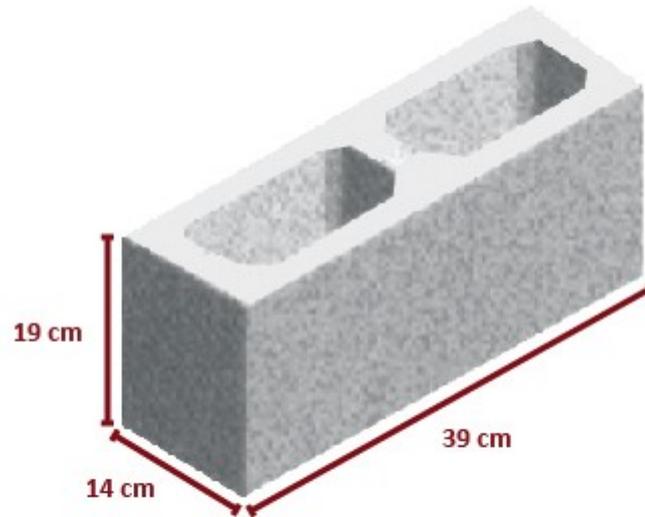
Figura 11 - Modelo bloco cerâmico da análise.



Fonte: Google Imagens, 2017.

Na análise do bloco de concreto, foi utilizado um bloco com a modulação americana M20 com as medidas de 14 x 19 x 39 cm, conforme a figura 12, com uma resistência à compressão de 6,0 MPa e com juntas de argamassa de 10 mm, tendo assim como resultado final da análise o preço final de 1,0 m<sup>2</sup> do material e da mão de obra.

Figura 12 - Modelo blocos de concreto da análise.



Fonte: Google Imagens, 2018.

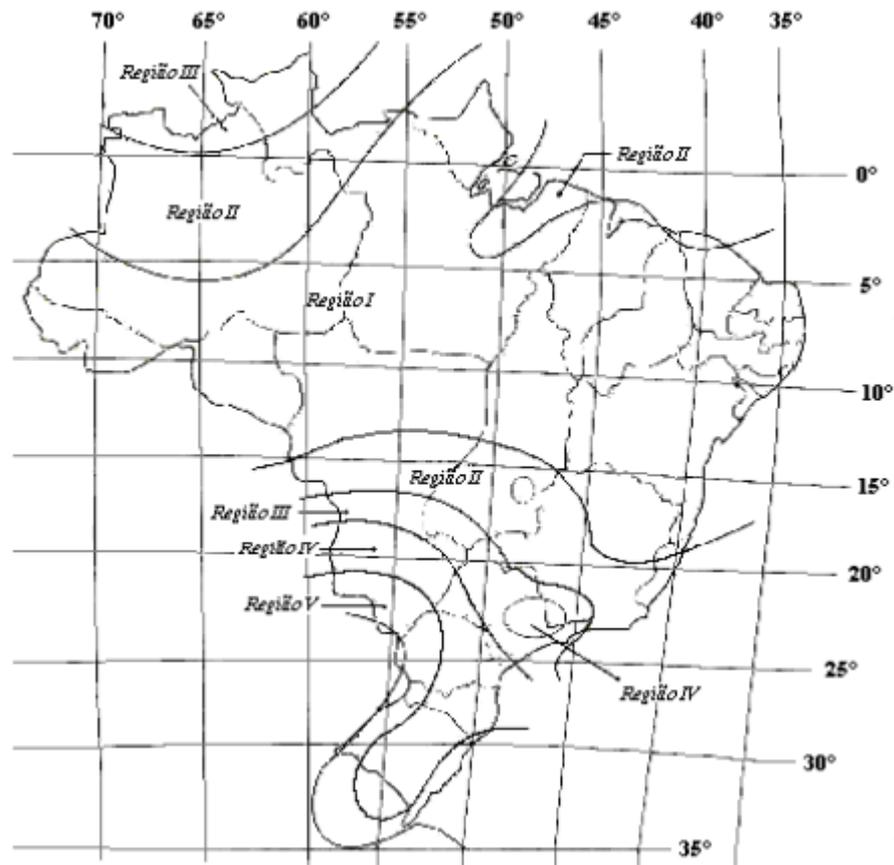
Conforme foi apresentado nas tabelas 5 e 6, o preço do material com a aplicação de um  $m^2$  em uma parede de alvenaria de vedação, construída em blocos cerâmicos ficou no valor de R\$ 43,71 reais e construída com bloco de concreto o valor é de R\$ 84,69 reais.

#### 4.4 COMPARATIVO TÉRMICO

Em uma edificação busca-se várias qualidades como conforto, esbeltes, elegância, etc. Dentre elas, se tem o conforto térmico e acústico de uma edificação que será abordado nesse comparativo. Referente ao conforto térmico, passará a ser analisado no decorrer desse trabalho, alguns experimentos feitos por Fiegenbaun em 2018 na tabela 8, e logo após Kappaun em 2012 na tabela 9, onde se concluirá de qual material se adequa melhor para o conforto térmico de uma edificação.

Segundo a NBR 15575-4 (ABNT, 2013) se tem o valor mínimo admissível para transmitância térmica e o valor máximo para capacidade térmica em paredes de vedação, conforme apresentado na tabela 7, em nosso estudo foi levado em consideração a região sul de Santa Catarina, que conforme a figura 13 pertence a região IV.

Figura 13 - Condições de exposição conforme as regiões brasileiras.



Fonte: NBR 15575-4 (ABNT, 2013).

Tabela 7 - Valor mínimo admissível de transmitância térmica e capacidade térmica.

	<b>Valor admissível</b>
Transmitância térmica $U - W/(m^2.K)$	$\leq 2,5$
Capacidade térmica $C - KJ/(m^2.k)$	$\geq 130$

Fonte: NBR 15575-4 (ABNT, 2013), adaptado.

Fiegenbaun (2018) analisou os blocos de concreto e os tijolos cerâmicos em relação ao conforto térmico de uma edificação na cidade de Lajeado no estado do Rio Grande do Sul como está descrito na tabela 8:

Tabela 8 - Resultados da análise térmica de Fiegenbaum para blocos de concreto e blocos cerâmicos.

	<b>Blocos de concreto</b>	<b>Blocos cerâmicos</b>
Resistência Térmica Total ((m <sup>2</sup> .K) /W)	0,368	0,396
Transmitância Térmica Total (W/(m <sup>2</sup> .K)	2,718	2,526
Capacidade Térmica (kJ/(m <sup>2</sup> .K)	94,711	127,510
Atraso Térmico (horas)	2,162	2,921
Fator de Calor Solar (%)	7,068	6,567

Fonte: Fiegenbaum (2018).

Kappaun (2012) também analisou os blocos de concreto e os blocos cerâmicos em relação ao conforto térmico de uma edificação na cidade de Ijuí também no estado do Rio Grande do Sul, como é possível observar na tabela 9.

Tabela 9 - Resultados da análise térmica de Kappaun para blocos de concreto e blocos cerâmicos.

	<b>Bloco de concreto</b>	<b>Bloco cerâmico</b>
Resistência térmica da parede - (m <sup>2</sup> .K) /W	0,1769	0,3083
Resistência térmica total - (m <sup>2</sup> .K/W)	0,3469	0,4783
Transmitância térmica U – W/(m <sup>2</sup> .K)	2,8827	2,0907
Capacidade térmica C – KJ/(m <sup>2</sup> .k)	264,3171	194,1747
Atraso térmico (h)	4,19	4,54
Fator solar FS (%)	2,88	2,09

Fonte: Kappaun (2012).

Nesse trabalho de conclusão de curso foi estudado os materiais na região sul do estado de Santa Catarina, e conforme a figura 13, Fiegenbaum (2018) usa os mesmos parâmetros da região sul de Santa Catarina. Com isso é possível concluir que os dados obtidos por ele na tabela 8 se adequam ao mínimo solicitado pela NBR 15575-4 (ABNT, 2013) apresentados na tabela 7.

Já Kappaun (2012) na tabela 9 ultrapassou o valor máximo de capacidade térmica dos dois materiais e não atingiu o valor mínimo de transmitância térmica do bloco cerâmico, porém sua região de estudo está incluída na região V conforme a figura 13, dessa forma não é a mesma região estudada nesse estudo.

Com as tabelas 8 e 9 apresentadas podemos tirar os seguintes resultados:

- Resistência térmica: o bloco cerâmico possui resistência térmica menor comparado ao bloco de concreto, ou seja, contém uma menor transmissão de calor, e por esse motivo o bloco cerâmico acaba se tornando um material mais adequado, pois possui uma transmissão de calor reduzida da parte externa para a parte interna da edificação;
- Transmitância Térmica: na análise de Fiegenbaum, o bloco de concreto possui uma maior transmitância térmica, ou seja, pelo mesmo passa mais fluxo de calor, isso ocasiona uma diferença de temperatura maior entre parte externa e interna da edificação.
- Capacidade térmica: o bloco cerâmico possui uma maior capacidade térmica, sendo assim, precisa de uma maior quantidade de calor da parte externa para aumentar a temperatura do interior edificação;
- Atraso térmico: o bloco cerâmico possui um maior atraso térmico, portanto, leva mais tempo para se igualar as temperaturas interna e externa de uma edificação;
- Fator de calor solar: o bloco cerâmico possui um menor fator de calor solar, desta forma, uma menor quantidade de calor passa pelo material.

Com os dados referenciados acima, é possível reconhecer que o material denominado como bloco cerâmico, feito por argila em seu principal composto, tem uma qualidade superior no que se refere a conforto térmico interno de uma edificação. Desta forma conclui-se que os dois materiais têm resultados similares no que se trata a conforto térmico, porém o bloco cerâmico possui um isolamento e um conforto térmico melhor do que os blocos de concreto em uma edificação.

#### 4.5 COMPARATIVO ACÚSTICO

Outro benefício que se busca em uma edificação seria o conforto acústico, benefício ao qual se tem algumas soluções construtivas possível, tal como, o ruído que se propaga de um ambiente para outro e acaba causando um desconforto acústico para o usuário da edificação,

seria o uso de materiais e elementos para isolamento acústico assim minimizando a transmissão de ruído, segundo a NBR 15.575 (ABNT, 2013).

“A edificação habitacional deve apresentar isolamento acústico adequado das vedações externas, no que se refere aos ruídos aéreos provenientes do exterior da edificação habitacional, e isolamento acústico adequado entre áreas comuns e privativas e entre áreas privativas de unidades autônomas diferentes.” (ABNT NBR 15.575, 2013, p. 25).

Hoje o mercado possui vários materiais que são aplicados durante a construção, juntamente com a alvenaria de vedação em um edifício, que servem para redução de ruídos e geram um melhor conforto acústico em uma edificação, como a lã de vidro; lã de rocha; vermiculita; espumas elastoméricas.

Os principais critérios usados para verificar o nível de ruído permitido em uma edificação, segundo a NBR 15575-4 (ABNT, 2013) são as diferenças padronizadas de níveis ponderadas ( $D_{nT,w}$ ), promovida pela vedação entre ambientes. O valor mínimo de desempenho da diferença de nível ponderado,  $D_{nT,w}$ , que o sistema de vedação interno deve atingir, estão representados na tabela 10.

Tabela 10 - Valores mínimos de diferença padronizada de nível ponderada (DnT, w) entre ambientes.

<b>Elemento</b>	<b>DnT, w (dB)</b>
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório.	$\geq 40$
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), caso pelo menos um dos ambientes seja dormitório.	$\geq 45$
Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos.	$\geq 40$
Parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual como corredores e escadaria dos pavimentos.	$\geq 30$
Parede cega entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas.	$\geq 45$
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall (DnT,w obtida entre as unidades).	$\geq 40$

Fonte: NBR 15575-4 (ABNT, 2013).

Assmann (2016) analisou o bloco cerâmico que foi estudado nesse comparativo com as medidas de 14x19x29, e encontrou o resultado de que a alvenaria de vedação estudada alcançou um nível de redução sonora de 41 dB.

“O desempenho acústico foi analisado pelo laboratório de acústica da Universidade Federal de Santa Maria, utilizando o bloco cerâmico de vedação 14x19x29, tendo Fbk de 7 MPa, foi construída uma alvenaria com dimensões de 4,12x3,20 metros na abertura interna de uma câmara reverberante. A alvenaria foi assentada com argamassa de assentamento estrutural 4 MPa e com peso aproximado de 181 Kg/m<sup>2</sup>. A parede foi ensaiada com revestimento externo de reboco grosso com 2,5 cm e com revestimento interno de reboco médio com espessura de 1 cm. A espessura total da

parede foi de 17,5 cm. Conforme o resultado do ensaio, a alvenaria alcançou uma redução sonora de 41 dB.” (ASSMANN, 2016).

De acordo com Assmann (2016) a parede de bloco cerâmico estudada teve uma redução sonora de 41 dB com sua espessura total de 17,5 cm, já Silva (2000) segundo tabela 13, chegou ao resultado de 43 dB para um bloco cerâmico com acabamento de reboco em argamassa com sua espessura total de 18 cm.

Friedrich (2010) estudou o bloco cerâmico com as mesmas características de Silva (2000) e chegou no mesmo resultado para um bloco cerâmico com espessura total de 18 cm uma redução sonora de 43 dB para o mesmo, com acabamento de reboco nos dois lados, e também estudou o bloco cerâmico sem acabamento de reboco e teve o resultado de 38 dB de redução sonora, resultados que se sucede na tabela 11.

Tabela 11 - Resultados experimentais de laboratório do isolamento sonoro de alvenaria.

<b>TIPOS DE PAREDE</b>	<b>DIMENSÃO BLOCO (cm)</b>	<b>ESPESSURA TOTAL (cm)</b>	<b>Rw SEM REBOCO (dB)</b>	<b>Rw COM REBOCO (dB)</b>
Bloco cerâmico com reboco de argamassa (1,5 cm) nos 2 lados	19 x 19 x 29	22	43	47
Bloco cerâmico com reboco de argamassa (1,5 cm) nos 2 lados	14 x 19 x 29	18	38	43
Bloco cerâmico com reboco de argamassa (1,5 cm) nos 2 lados mais textura na emissão	14 x 19 x 29	18	38	44

Fonte: Friedrich (2010).

Como observado na tabela 10, o valor mínimo de redução sonora em um ambiente para uma casa não germinada é de 40 dB, segundo Assmann (2016), Friedrich (2010) e Silva (2000)

nas tabelas 11 e 13, o bloco cerâmico que foi estudado possuindo a medida de 14 x 19 x 29 com acabamento de reboco com argamassa, todos os resultados em campo e em laboratório são superiores a 40 dB. Com isso entende-se que o bloco cerâmico estudado passa pelo requerido.

Segundo a Thomaz (2013) somente o bloco de concreto vazado convencional de 14 cm sem revestimento externo de espessura possui 45 dB de redução sonora, conforme a tabela 12.

Tabela 12 - Valores de resistência ( $R_w$ ) médios, do bloco vazado de concreto.

<b>TIPOS DE PAREDE</b>	<b>ESPESSURA (cm)</b>	<b>DENSIDADE SUPERFICIAL (Kg / m<sup>2</sup>)</b>	<b>R<sub>w</sub> (dB)</b>
Blocos vazados de concreto	14	230	45

Fonte: Thomaz (2013).

Silva (2000) estudou os blocos de vedação de cerâmica e de concreto com a mesma espessura e obteve o resultado de 43 dB para o bloco cerâmico com reboco de argamassa nos dois lados com uma espessura total de 18cm, e 51 dB para o bloco de concreto também com acabamento de reboco nos dois lados e com uma espessura total de 17,5 cm. De acordo com a tabela 13.

Tabela 13 - Resultados do índice de redução sonora aérea de alvenarias, de ensaios em laboratórios.

<b>TIPOS DE PAREDE</b>	<b>DIMENSÃO BLOCO (cm)</b>	<b>ESPESSURA TOTAL (cm)</b>	<b>Rw (dB)</b>
Alvenaria de blocos cerâmico c/ reboco nos dois lados	14x19x29	18	43
Alvenaria com blocos de concreto vazado sem reboco	14x19x29	14	43
Alvenaria com blocos de concreto vazado c/ reboco nos dois lados	14x19x29	17,5	51

Fonte: Silva (2000).

Embora foi estudado os materiais com revestimento de reboco, pode-se observar que os blocos de concreto, até mesmo sem o revestimento, são superiores ao mínimo que a norma solicita que de acordo com a tabela 9 é de 41 dB, visto que Thomaz (2013) na tabela 12 alcançou o resultado de 45 dB, e Silva (2000) na tabela 13 obteve o resultado de 43 dB.

Deste modo observado as tabelas 11, 12 e 13, visto que os dois materiais possuem um resultado superior do que a norma solicita, indicado na tabela 10, o valor mínimo de redução sonora para o sistema de vedação interna é de 40 dB, e com as tabelas 11 e 13 conclui-se que no que se trata a conforto acústico o bloco de concreto possui uma melhor redução de ruídos chegando em uma redução sonora de 51 dB enquanto os blocos cerâmicos alcançam uma redução de 43 dB.

Apesar dos dados apresentados não serem especificamente da região de Santa Catarina, as fontes apresentam condições climáticas semelhantes, admitindo-se por tanto, similaridades quanto aos resultados e aplicações. No entanto, algumas ponderações necessitam ser explanadas:

A) o uso de blocos cerâmicos na região sul do Estado de Santa Catarina é preferencial em função da abundância de matéria prima, refletindo em um baixo custo;

B) os coeficientes térmicos e acústicos dos materiais dos blocos cerâmicos, atendem as diretrizes da NBR 15.575-4 (ABNT, 2013), corroborando com o apresentado por Fiegenbaun (2018);

C) Os blocos de concreto, tem seu custo do material mais elevado em consideração aos blocos cerâmicos, levando assim um aumento no valor do m<sup>2</sup> da alvenaria de vedação.

Mediante o exposto no comparativo dessa monografia pode-se tirar a conclusão de que os blocos cerâmicos se adequam melhor para uma casa de médio porte, levando em consideração o custo-benefício, devido ao seu custo por m<sup>2</sup> ser de 43,71 reais como visto na tabela 5, enquanto o custo do bloco de concreto alcançou o valor de 84,69 reais conforme visto na tabela 6, também foi visto que os blocos cerâmicos são melhores no que se trata a conforto térmico da edificação, e referente ao conforto acústico os blocos cerâmicos tem seu desempenho inferior aos blocos de concreto, porém os dois atendem o solicitado pela NBR 15.575-4 (ABNT, 2013). Com isso o bloco cerâmico torna-se um material com um custo-benefício superior ao do bloco de concreto para casas de médio porte.

## CONCLUSÃO

Conclui-se que o objetivo do presente trabalho foi a comparação entre a relação dos custos x benefícios no que tange as propriedades térmicas e acústicas, pois as mesmas foram satisfatórias na análise produtiva e financeira do material, para casas de médio porte da região sul do Estado de Santa Catarina, devido ao resultado de que o bloco cerâmico tem seu custo por m<sup>2</sup> inferior, o mesmo possui um conforto térmico superior ao bloco de concreto, e de que os dois atendem a norma de conforto acústico, conforme os resultados apresentados. Apesar dos dados apresentados não serem especificamente da região, as fontes apresentam condições climáticas semelhantes, admitindo-se por tanto, similaridades quanto aos resultados e aplicações. Portanto o mesmo objetivava ser formado através de uma pesquisa qualitativa, a abordagem escolhida denominada pesquisa exploratória, debate diretamente sobre o local e os materiais de estudo.

Entende-se que desta forma, se comparado o bloco de concreto com o bloco cerâmico, para o uso em edificações no sul do Estado de Santa Catarina, o bloco cerâmico se sobressai referente ao custo-benefício, devido seu valor de compra no mercado regional e também por sua mão de obra ser mais barata do que a do bloco de concreto, isso se dá pelo fato do mesmo ser um material de melhor manuseio. Já referente ao conforto térmico, foi visto que os blocos cerâmicos também se sobressaem, como foi analisado nos experimentos apresentados, ele é um material que gera um melhor conforto térmico na edificação devido ao seu composto ser formado por material natural. Da mesma forma foi analisado o conforto acústico onde o bloco de concreto se destacou, pelo fato de o mesmo ter uma maior redução de ruídos da parte externa para a interna de uma edificação.

Portanto considerando a monografia como um todo é possível concluir que os blocos cerâmicos se adequam melhor no proposto da mesma, devido ao seu custo-benefício ser elevado em consideração ao bloco de concreto, de o mesmo ser superior no que se trata a conforto térmico, e de atender a normativa de conforto acústico, o mesmo se torna a melhor escolha para a edificação de uma casa de médio porte na região sul do Estado de Santa Catarina.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 15575-1. Edificações habitacionais — Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 15575-4\_2013 Edificações habitacionais — Desempenho Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 6136: Bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutural. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 7512: Bloco vazado modular de concreto, 1982. 2p.

ASSMANN, Lucas Vinícius. Comparação entre sistemas de alvenaria de vedação: bloco de concreto celular e bloco cerâmico racional, Santa Cruz do Sul – RS, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unisc.br/jspui/handle/11624/1746>. Acesso em 02 nov 2021

BARBOSA, F. B.; JOHN, L. M.; SILVA, V. E.; SILVA, E. C.R. Um comparativo entre os blocos cerâmicos utilizados nas edificações de Caruaru: estudos preliminares. Instituto Federal de Pernambuco, Curuaru-PE. 2011

Barbosa Fernandes, A. V., Soares Fernandes Almeida, E., & Santos Andrade Filho, G. (2016). Alvenaria de bloco cerâmico x bloco de concreto. Caderno De Graduação - Ciências Exatas E Tecnológicas - UNIT - SERGIPE, 3(2), 37–66. Recuperado de <https://periodicos.set.edu.br/cadernoexatas/article/view/2623>

BARRY, Peter. Desempenho Acústico em Edifícios: grandezas, métodos, normas e critérios. In: SEMINÁRIO DE ACÚSTICA ARQUITETÔNICA CONTEMPORÂNEA, 4., 2008, São Paulo. Anais... São Paulo, 2008.

BASTOS, Paulo. FUNDAMENTOS DO CONCRETO ARMADO. 2019, 89. Disponível em: <<https://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/concreto1/Fundamentos%20CA.pdf>>. Acesso em 13 mai 2021

BRANCO, Pércio. Minerais Argilosos. 2014. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/CPRM-Divulga/Minerais-Argilosos-1255.html>>. Acesso 09 jun 2021.

CARTILHA, Capacitação de Equipes de Produção. Alvenaria de vedação com blocos de concreto. Comunidade da Construção, Recife-PE, 2008.

CHAVES ARTHUR, O PROCESSO PRODUTIVO DO CIMENTO PORTLAND, Belo Horizonte, 2011 p39.

FERNANDES, A; ALMEIDA, E; ANDRADE, G. alvenaria de Bloco Cerâmico x Bloco de Concreto, Aracaju, 2016

FERREIRA NETO, Maria de Fatima; BERTOLI, Stelamaris Rolla. Desempenho acústico de paredes de blocos e tijolos cerâmico: uma comparação entre Brasil e Portugal. **Ambient. constr. (Online)**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 169-180, Dec. 2010 . Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-86212010000400012&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212010000400012&lng=en&nrm=iso)>. access on 08 May 2021. <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-86212010000400012>.

FIGENBAUM, Ana. ANÁLISE COMPARATIVA DE ISOLAMENTO TÉRMICO ENTRE PAINÉIS PRÉ-MOLDADOS, ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS DE CONCRETO E BLOCOS CERÂMICOS PARA FINS DE CONFORTO TÉRMICO, 2018. Disponível em: <https://univates.br/bdu/bitstream/10737/2245/1/2018AnaCristinaFiegenbaum.pdf>. Acesso em : 24 Out 2021.

FILHO, José. BLOCOS DE CONCRETO PARA ALVENARIA EM CONSTRUÇÕES INDUSTRIALIZADAS, 2007. Disponível em: <[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/37450636/2007DO\\_JoseAmerico\\_2\\_Blocos\\_de\\_Concreto-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1635022481&Signature=EBNevkZ~O9oEZQFoVHVBzTGhIdocqZwz3lzGkW65x50H~nQXuhjYrhuiHJTehHm~i~x2DuQlwK57LCs7yfhxFRq06pe~cycm8RzU3P3HKH7a5LhRQTCQkT6aCa6IVla4o54UMYM8IOznrdb7jmCHtEqQbHeEigDqb7A-JOB6ePSvrVe8z19FYvDkFRDc28Gq~mbEMg2pLypIT1jS~O0JddX0DqwJuilgsHrJ4eJRGhOdG-JX2j4TISR4p6odpdokbGb6fwKxfCh1CCk8vQzLSO1EOmvPcYeFgzIFTHw5niw92wfkKJBCTWkITIZX4CAAU9GomLcVwJe88T3QJf2Sw\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/37450636/2007DO_JoseAmerico_2_Blocos_de_Concreto-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1635022481&Signature=EBNevkZ~O9oEZQFoVHVBzTGhIdocqZwz3lzGkW65x50H~nQXuhjYrhuiHJTehHm~i~x2DuQlwK57LCs7yfhxFRq06pe~cycm8RzU3P3HKH7a5LhRQTCQkT6aCa6IVla4o54UMYM8IOznrdb7jmCHtEqQbHeEigDqb7A-JOB6ePSvrVe8z19FYvDkFRDc28Gq~mbEMg2pLypIT1jS~O0JddX0DqwJuilgsHrJ4eJRGhOdG-JX2j4TISR4p6odpdokbGb6fwKxfCh1CCk8vQzLSO1EOmvPcYeFgzIFTHw5niw92wfkKJBCTWkITIZX4CAAU9GomLcVwJe88T3QJf2Sw_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)> Acesso: 23 out de 2021.

FRIEDRICH, A. F. Avaliação da contribuição do revestimento na isolação sonora de paredes de alvenaria. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria/RS, 2010.

GODOY, Arilda. INTRODUÇÃO À PESQUISA QUALITATIVA E SUAS POSSIBILIDADES, 1995. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rae/a/wf9CgwXVjpLFVgpwNkCgmnC/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso: 09 jun de 2021.

HASS, D; MARTINS, L. VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DO SISTEMA CONSTRUTIVO STEEL FRAME COMO MÉTODO CONSTRUTIVO PARA HABITAÇÕES SOCIAIS.2011, 76. Disponível em: <[http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8331/2/CT\\_EPC\\_2011\\_2\\_14.PDF](http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8331/2/CT_EPC_2011_2_14.PDF)> Acesso em 04 jun 2021

HELENE, P; ANDRADE, T. concreto de cimento Portland. 2010, 40. Disponível em:<<https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/07/lc48.pdf>>. Acesso em 13 mai. 2021.

KAPPAUN, Kamila. Avaliação do desempenho térmico em edificações de blocos estruturais cerâmicos e de blocos estruturais de concreto para a zona bioclimática 2 brasileira. 2012. 125

f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

NASCIMENTO, Otávio Luiz do. Alvenarias/Otávio Luiz do Nascimento. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2004. 2ªEd. 54p. 29 cm. – (Série Manual de Construção em Aço). ISBN 85-89819-03-5.

OLIVEIRA, Karen. ESTUDO COMPARATIVO DE DESEMPENHO MECÂNICO E TÉRMICO ENTRE BLOCO CERÂMICO E BLOCO DE CONCRETO, Ijuí 2019, 96.

OLIVEIRA, Sônia. AVALIAÇÃO DOS BLOCOS E TIJOLOS CERÂMICOS DO ESTADO DE SANTA CATARINA, Florianópolis 1993, 164.

PENTEADO, P; MARINHO, R. ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTO E PRODUTIVIDADE DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS: ALVENARIA DE SOLO-CIMENTO, ALVENARIA COM BLOCOS CERÂMICOS E ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCOS DE CONCRETO NA CONSTRUÇÃO DE UMA RESIDÊNCIA POPULAR. 2011. Disponível em: <[http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8344/2/CT\\_EPC\\_2011\\_2\\_22.PDF](http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8344/2/CT_EPC_2011_2_22.PDF)>. Acesso em 04 jun. 2021.

RIBEIRO, Nelson. CONTRIBUTO PARA UMA ‘HISTÓRIA DA CONSTRUÇÃO’ NO BRASIL, 2011

ROMAN, H; FILHO, S. P. Manual de alvenaria estrutural com blocos cerâmicos. 2009. Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/manual-de-alvenaria-estrutural>>. Acesso em: 08 mai. 2021.

SALGADO, Júlio César Pereira. Técnicas e Práticas Construtivas: da Implantação ao Acabamento. São Paulo: Editora Erica, 2014. 168 p.

SILVA, D. T. Estudo da isolamento sonora em paredes e divisória de diversas naturezas. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Santa Maria. (UFSM), Santa Maria, 2000.

SIMON, M. Análise comparativa de custo-benefício entre alvenarias na cidade de Santa Rosa - RS. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Santa Rosa, 2015.

SINAPI – Índices da Construção Civil. Disponível em: <[https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria\\_662](https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_662)>. Acesso em 01 nov 2021.

THOMAZ, E.; FILHO, C. V. M.; CLETO, F. R.; CARDOSO, F. F. Código de práticas nº 1: Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 2009

THOMAZ, Ercio. GUIA ORIENTATIVO PARA APLICAÇÃO E ATENDIMENTO À NORMA NBR 15575. 2013. Disponível em: <

<https://site.abece.com.br/download/pdf/130626CBICGuiaNBR2EdicaoVersaoWeb.pdf>>.  
Acesso em 04 nov. 2021.

UNIEMP. Fórum Permanente das Relações Universidade-Empresa. 2010.