



**FACULDADE DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS – FATECS**

**CURSO: ENGENHARIA CIVIL**

Camila da Silva Marques

Matrícula: 2125909/5

**Estudo Dimensional, de Resistência e da Ocorrência de Eflorescência em Blocos Cerâmicos empregados na Construção Civil do Distrito Federal**

Brasília  
2017

CAMILA DA SILVA MARQUES

**Estudo Dimensional, de Resistência e da Ocorrência de Eflorescência em Blocos Cerâmicos empregados na Construção Civil do Distrito Federal**

Trabalho de conclusão de curso (TCC) apresentado como requisito para a conclusão do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Brasília - UniCEUB

Orientadora: Engenheira Civil Neusa Maria Bezerra Mota, DSc.

Brasília  
2017

CAMILA DA SILVA MARQUES

**Estudo Dimensional, de Resistência e da Ocorrência de Eflorescência em Blocos Cerâmicos empregados na Construção Civil do Distrito Federal**

Trabalho de conclusão de curso (TCC) apresentado como requisito para a conclusão do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Brasília - UniCEUB

Orientadora: Engenheira Civil Neusa Maria Bezerra Mota, DSc.

Brasília, 2017

**Banca Examinadora**

---

Eng<sup>a</sup> Civil: Neusa Maria Bezerra Mota, DSc.  
Orientadora

---

Eng<sup>o</sup> Civil: Jairo Furtado Nogueira, MSc.  
Examinador Interno

---

Eng<sup>o</sup> Civil: Jocinez Nogueira Lima, MSc.  
Examinador Interno

Dedico este trabalho aos meus pais e irmã, por todo o amor, apoio, dedicação e incentivo depositados em mim, sendo cruciais para a minha formação pessoal e profissional.

Aos meus amigos, também pelo apoio e carinho em todos os momentos que necessitei.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por permitir que eu chegasse até aqui, sempre contanto com a sua proteção.

Em segundo lugar a minha família, Aparecida, Honorio e Sarah, por concederem a mim as melhores oportunidades e os melhores momentos que pude ter, sempre me amando, apoiando, incentivando e dedicando a mim o que precisei e quando precisei. Suportaram desde as minhas mudanças de humor, e principalmente os momentos em que estive ausente.

Em seguida a minha orientadora, Neusa Maria Bezerra Mota, que com paciência se dispôs a compartilhar comigo um pouco de seu conhecimento, contribuindo ricamente para que eu alcançasse o tão sonhado diploma.

A todos os professores que fizeram parte da minha trajetória acadêmica.

E por último e não menos importante, meus amigos. Cada um sabe a importância que tem. Aos amigos que me acompanham desde sempre, há anos me apoiando e entendendo até mesmo a distância. E aos quais fui presenteada com a amizade durante a graduação, que para mim são os melhores que poderia ter, acompanharam nas dificuldades e nos momentos de alegria, nossa amizade venceu os perrengues do curso, quero levá-los para a vida.

Aos envolvidos na realização deste trabalho.

A todos, de verdade, o meu muito obrigada, sem vocês eu nada seria.

## RESUMO

O depósito de sais com aspecto esbranquiçados nas superfícies das estruturas, sendo bastante comum em alvenarias, se dá por meio da presença de umidade, devido a capilaridade das peças e posterior formação de cristais salinos na face do material, podendo ser passada de um elemento a outro dentro de uma mesma estrutura. A esse fenômeno dá-se o nome de eflorescência, manifestação patológica que é capaz de afetar não só esteticamente, como se acreditava, mas também estruturalmente as edificações. A presença dos sais muitas vezes não é adquirida com os blocos já prontos, ela vem da matéria prima utilizada no processo de fabricação das peças, e só é provocada pela água em contato com os blocos. Destaca-se que, no Brasil não há normas técnicas com definições metodológicas para ensaios de caracterização dos depósitos de sais solúveis, também conhecidos como eflorescência, em blocos cerâmicos. Neste sentido, o presente trabalho tem por objetivo a análise da ocorrência de eflorescência em blocos cerâmicos de seis fornecedores locais, de acordo com a metodologia proposta pela ASTM C 67 (2014), que caracteriza a eflorescência a partir do surgimento de manchas de aspecto esbranquiçado. Também foi realizada a caracterização dos lotes de blocos cerâmicos para aceitação, segundo NBR 15270 (2005). Como resultados obteve-se que a maioria das amostras foram reprovadas. Nas dimensões os blocos foram reprovados ainda na primeira checagem, com relação a resistência mecânica, com exceção de uma amostra, as demais foram reprovadas, conforme padrões estipulados. Por outro lado, em se tratando do teste de eflorescência, os resultados foram mais satisfatórios, onde dois dos fabricantes não apresentaram amostras eflorescentes.

Palavras-chave: Bloco cerâmico. Eflorescência. Umidade. Ensaio. Patologia.

## **ABSTRACT**

The deposit of salts with whitish appearance on the surfaces of the structures, being quite common in masonry, occurs through the presence of moisture, due to capillarity of the pieces and subsequent formation of saline crystals in the face of the material, being able to be passed from an element to another within the same structure. This phenomenon is called efflorescence, a pathological manifestation that is capable of affecting not only aesthetically, as was believed, but also structurally the buildings. The presence of the salts is often not obtained with the blocks already ready, it comes from the raw material used in the process of manufacturing the pieces, and is only caused by the water in contact with the blocks. It should be noted that in Brazil there are no technical norms with methodological definitions for characterization tests of soluble salts deposits, also known as efflorescence, in ceramic blocks. In this sense, the present work has the objective of analyzing the occurrence of efflorescence in ceramic blocks of six local suppliers, according to the methodology proposed by ASTM C 67 (2014), which characterizes the efflorescence from the appearance of spots of whitish aspect. The characterization of lots of ceramic blocks for acceptance was also carried out according to NBR 15270 (2005). As results, it was found that most of the samples were reprovved. In the dimensions, the blocks were still disapproved in the first check, with respect to the mechanical strength, except for one sample, the others were rejected, according to stipulated standards. On the other hand, in the case of the efflorescence test, the results were a more satisfactory, where two of the manufacturers did not present efflorescent samples.

**Keywords:** Ceramic brick. Efflorescence. Moisture. Experiment. Pathology.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Eflorescência em estrutura.....	18
Figura 2: Eflorescência em estrutura.....	18
Figura 3: Eflorescência em estrutura.....	18
Figura 4: Prováveis fontes de eflorescência. ....	19
Figura 5: Bloco cerâmico de vedação com furos na horizontal.....	22
Figura 6: Bloco cerâmico de vedação com furos na vertical. ....	22
Figura 7: Dimensões adequadas para blocos cerâmicos. ....	23
Figura 8: Umidade ascendente em parede: (a) Terra encostada na parede; (b) Terra acima da impermeabilização; (c) Transmissão pelo revestimento; (d) Transmissão pelo contrapiso; (e) Transmissão por entulho depositado no vão de parede dupla. ....	28
Figura 9: Eflorescência em estrutura.....	29
Figura 10: Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos de vedação dos fabricantes testados – editada. ....	36
Figura 11: Tolerância dimensional individual relacionada à dimensão efetiva. ....	37
Figura 12: Valores adequados para resistência à compressão (fb). ....	37
Figura 13: Blocos capeados. ....	38
Figura 14: Blocos capeados. ....	38
Figura 15: Bloco posicionado para rompimento. ....	39
Figura 16: Armazenamento dos blocos. ....	40
Figura 17: Secagem dos blocos na estufa. ....	41
Figura 18: Posicionamento dos blocos na lâmina d'água.....	41
Figura 19: Bloco rompido. ....	44
Figura 20: Alta porosidade observada nos blocos. ....	46
Figura 21: Manifestação patológica no bloco ainda imerso.....	46
Figura 22: Eflorescência manifestada na amostra 1 antes da secagem. ....	47
Figura 23: Eflorescência manifestada na amostra 4 antes da secagem. ....	47
Figura 24: Eflorescência manifestada na amostra 6 antes da secagem. ....	47



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Identificação das amostras.....	35
Tabela 2: Informações do ensaio.....	42
Tabela 3: Dimensões e peso das amostras. ....	43
Tabela 4: Resultados do ensaio de resistência à compressão. ....	44
Tabela 5: Leitura do nível d'água.....	45
Tabela 6: Resultado da manifestação de eflorescência nas amostras testadas.....	45

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>14</b>
2.1 Objetivo geral .....	14
2.2 Objetivos específicos .....	14
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>15</b>
3.1 Patologia na construção civil.....	15
3.2 Origens das manifestações patológicas nas construções .....	15
3.3 Eflorescência.....	16
3.3.1 Eflorescência de secagem .....	17
3.3.2 Eflorescência de secador .....	17
3.3.3 Eflorescência de forno.....	17
3.4 A origem da eflorescência .....	19
3.5 Materiais cerâmicos.....	20
3.5.1 Histórico .....	20
3.5.2 Cerâmica.....	20
3.5.3 Argila .....	21
3.6 Blocos cerâmicos e sua utilização na construção civil .....	21
3.7 Causas da eflorescência nos blocos cerâmicos.....	23
3.8 Locais mais propensos à eflorescência .....	25
3.9 Umidade .....	26
3.9.1 Desempenho quanto à estanqueidade à água.....	26
3.10 Funcionalidade das construções com eflorescência .....	28
3.11 Ensaio de eflorescência.....	29
3.12 Diagnóstico da situação .....	30
3.13 Métodos para reparo da eflorescência .....	31
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>33</b>
4.1 Equipamentos e Materiais .....	34
4.1.1 Equipamentos .....	34
4.1.2 Amostras .....	35
4.1.3 Amostras mais suscetíveis à eflorescência.....	35
4.2 Métodos .....	36
4.2.1 Ensaio de resistência .....	36
4.2.2 Ensaio de eflorescência .....	39
<b>5 ANÁLISES DE RESULTADOS .....</b>	<b>43</b>
5.1 Ensaio de geometria e resistência mecânica.....	43
5.2 Ensaio de eflorescência.....	45
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>48</b>
<b>7 BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>49</b>

<b>APÊNDICE.....</b>	<b>52</b>
<b>Apêndice A: Ensaio de resistência mecânica .....</b>	<b>52</b>
<b>Apêndice C: Ensaio de eflorescência .....</b>	<b>59</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A eflorescência, também conhecido como “salitre”, ainda desconhecida por muitos, tem ocorrido com bastante frequência nas edificações com vedações em alvenaria, e decorrem da formação de depósitos salinos na superfície dos blocos cerâmicos, através de infiltração e/ou exposição a intempéries, seguido da evaporação da água, como explicado por Silva (2011).

Sabe-se, através do estudo de vários autores dedicados a esse fenômeno, que as consequências geradas pela eflorescência não podem ser tratadas apenas de caráter estético, ou seja, podem afetar estruturalmente a edificação.

A eflorescência é um fenômeno recorrente em alvenarias e que não deve ser considerado meramente estético. Quando o material cerâmico entra em contato com ambientes que propiciam o desenvolvimento de um depósito salino na superfície do mesmo, pode haver um desenvolvimento contínuo dessa manifestação patológica, podendo evoluir para problemas mais graves. (BAPTISTA *et al.*, 2017, p. 1)

Sendo crucial para o surgimento dos depósitos salinos, Silva (2011) expõe que a presença de água é também responsável pela maioria dos problemas patológicos, não só da eflorescência, se dando através de intempéries, infiltração, condensação, ou por capilaridade. Outro fator que contribui para o surgimento da patologia é o emprego de materiais de baixa qualidade, como afirma Erat *et al.* (2016).

A eflorescência é resultante de imperfeições dos produtos cerâmicos vindas do seu processo fabril, sendo permanentes por toda a vida útil do material. Verduch e Solana (2000) classifica esse fenômeno em três diferentes tipos, podendo ser tratado como eflorescência de secagem, de secador, ou eflorescência de forno.

Apesar de muito presente na construção civil, ainda não existem estudos suficientes voltados para a eflorescência no Brasil, portanto não contamos com algo normatizado. Pode-se classificar os métodos de ensaio como sendo empíricos ou analíticos, segundo Sanders e Borsnan (2010), apud Baptista *et al.* (2017).

Apesar disso, atualmente na Associação Brasileira de Normas Técnicas não existem normas que conduzam tais análises com metodologia de ensaios. Para blocos cerâmicos de vedação dispõe-se da NBR 15270 (2005), que trata somente das terminologias, requisitos e métodos de ensaio (mecânicos e absorção de água).

Para análise de efluorescência, atualmente, utilizam-se as metodologias constantes em normas internacionais, como a ASTM C 67 (2014), adotada nesta pesquisa.

Em se tratando de produtos cerâmicos, sendo os mais comuns em construções, Masson *et al.* (2016) aconselha que: “Produtos que em geral possuem uma maior probabilidade de absorverem muita umidade devem ser analisados”.

Com o intuito de comprovar as afirmações feitas anteriormente, foram necessárias as práticas de ensaios com amostras coletadas de alguns fabricantes, que no final apontam quais são efluorescentes. Para complemento do trabalho, foi adotada também a metodologia proposta pela NBR 15270 (2005), voltava para análises dimensional e de resistência mecânica.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

O presente trabalho tem como objetivo o estudo empírico da eflorescência, em blocos cerâmicos de seis amostras distintas, comumente empregados nas construções do Distrito Federal, segundo a metodologia proposta pela norma americana ASTM C 67 e suas características geométricas e de resistência mecânica, conforme a NBR 15270 (2005), com a finalidade de apontar a qualidade dos blocos estudados, com relação a referida manifestação patológica.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Levantamento dos blocos cerâmicos utilizados no Distrito Federal para definição das amostras utilizadas;
- Ensaio laboratoriais de aceitação dos blocos com relação as dimensões e da resistência à compressão;
- Classificação dos blocos cerâmicos estudados de acordo com a sua qualidade.

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 Patologia na construção civil**

Segundo Oliveira (2013) patologia na construção civil é a parte da engenharia que estuda a origem, os sintomas, as causas, e os mecanismos das doenças presentes nas edificações, onde se torna possível a investigação dos sintomas e das causas, de modo a serem evitados, até mesmo na fase de desenvolvimento do projeto e, onde o custo para repará-los é praticamente nulo.

O autor ainda acrescenta que na fase de execução da obra, o acompanhamento através de vistorias também é importante, já que ele garante que o projeto está sendo bem executado e que os materiais se enquadram nos padrões de boa qualidade. Nesta fase, o custo ainda é baixo, visto que problemas futuros podem ser ali mesmo evitados.

Patologia é tida atualmente como a área engenharia que estuda as irregularidades que se manifestam nas construções, e que não decorram do envelhecimento natural, como falhas de projeto, fabricação, instalação, execução, montagem, uso ou manutenção (Guia norma de desempenho, 2013).

Quando o problema é detectado já com a construção finalizada e entregue, Oliveira (2013) destaca que, alguns problemas como trincas, fissuras, excesso de umidade, dentre outros, começam a surgir, tornando-se inevitável a procura por um profissional especializado para reparar o dano. Visto que esses problemas, na maioria das vezes, apontam para mudanças inesperadas da construção, e que podem acabar gerando riscos aos usuários.

#### **3.2 Origens das manifestações patológicas nas construções**

De acordo com Oliveira (2013), as manifestações patológicas podem surgir através de falhas em diferentes fases das atividades que compõem o processo construtivo. Este processo é dividido em três etapas. São elas: a fase de concepção, que engloba o planejamento, o projeto, e a escolha de materiais, e as fases de execução e utilização. Isso implica dizer que, o resultado obtido depende da qualidade na execução de cada uma dessas etapas, o que resulta também na satisfação do usuário, e no controle das manifestações já na fase de uso.

Partindo de um ponto de vista geral, Oliveira (2013) segue abordando que o surgimento dessas manifestações não parte de fatores isolados, e sim de uma série de causas que classificam o processo patológico, que vão desde os sintomas e a causa que geraram o problema, até a etapa da construção em que surgiu.

Em consonância com Oliveira (2013), Granato (2002, p.5) afirma que, tarefas cruciais para que essas manifestações patológicas sejam evitadas devem ser executadas periodicamente e minuciosamente, inspecionando, avaliando e diagnosticando-as, levando a uma recuperação e resultado adequados, quando necessário. O mesmo autor ainda cita:

Inspeccionar, avaliar e diagnosticar as patologias da construção são tarefas que devem ser realizadas sistematicamente e periodicamente, de modo a que os resultados e as ações de manutenções devem cumprir efetivamente a reabilitação da construção, sempre que for necessária.

Oliveira (2013, p.25) conclui informando que essas patologias representam uma importante parcela da manutenção, de modo que a maioria das intervenções poderia ser facilmente evitada se houvesse, ainda na fase de detalhamento do projeto, uma seleção correta dos materiais e componentes da construção:

As decisões tomadas durante as etapas do processo produtivo na construção, bem como o controle de qualidade efetuado durante essas etapas, estão intimamente ligadas à manutenção e aos futuros problemas patológicos que poderão ocorrer na edificação.

### **3.3 Eflorescência**

Em se tratando de eflorescência, Granato (2002) descreve essa manifestação patológica como sendo a formação de depósitos salinos, através de infiltração e exposição a intempéries, na superfície de alguns materiais utilizados na construção civil, como blocos e tijolos de alvenaria, argamassas ou concretos, dentre outros.

O termo eflorescência é o fenômeno onde ocorre a formação de depósitos salinos, podendo ocorrer em qualquer elemento da edificação, gerando danos apenas estéticos ou até mesmo agressivos. Quando o dano é estético, ele altera a aparência do elemento em questão, ao contrário do que ocorre danos agressivos, onde profundas degradações podem acontecer, devido à presença dos sais. (Uemoto, 1985, *apud* Souza, 2008)



Em se tratando das alterações e dos danos gerados, os sais contidos podem causar não somente sérias degradações, como também afetam os aspectos visuais nas superfícies onde se encontram depositados, como é o caso dos blocos cerâmicos de cor avermelhada, onde há a formação de manchas esbranquiçadas Granato (2002).

Ainda segundo o autor, quimicamente falando, os sais de metais alcalinos e alcalinos ferrosos são causadores da eflorescência. Esses sais são dissolvidos quando há presença de água, e são levados à superfície através da capilaridade e, assim que essa água evapora, os sais ficam ali depositados, resultando na formação das manchas.

Existem vários tipos de eflorescência. As quais são detalhadamente especificadas por Verduch e Solana (2000) e descritas a seguir.

### **3.3.1 Eflorescência de secagem**

Recebem o nome de “véus de secagem”, sendo um tipo de eflorescência formada pela secagem ao ar livre das argilas que não estão moldadas, em estado natural. Os depósitos salinos são formados sobre torrões de argila não tratadas e não moldadas, sendo a secagem feita pelo ar limpo e natural.

### **3.3.2 Eflorescência de secador**

Ao contrário do primeiro caso, aqui a matéria prima é secada de forma maquinizada, através do ar industrial, sendo as argilas tratadas mecanicamente, recebendo o formato e textura determinados pela máquina.

Os grandes vilões desse tipo de eflorescência são os sulfatos de cálcio e de magnésio, que estão presentes na maioria das argilas, e são facilmente transformados na eflorescência permanente de forno.

### **3.3.3 Eflorescência de forno**

Nesse tipo de eflorescência, ocorre a concretização do que se iniciou no secador, onde ocorrem diversas reações, e, junto com as condições térmicas, a patologia se torna permanente no produto. Quando sai do secador, diversos tipos de eflorescência podem ser gerados, o que vai depender de diferentes condições.

As Figuras 1 a 3 mostram a eflorescência em estruturas de concreto.

Figura 1: Eflorescência em estrutura.



Fonte: Autora.

Figura 2: Eflorescência em estrutura.



Fonte: Autora.

Figura 3: Eflorescência em estrutura.



Fonte: Autora.

### 3.4 A origem da eflorescência

A origem das eflorescências se dá devido aos sais solúveis disponíveis em abundância nas matérias primas. Segundo *Figura 4*, descrita por Bauer (2001), na qual pode-se observar a solubilidade desses sais e a sua provável fonte de surgimento.

Figura 4: Prováveis fontes de eflorescência.

Composição química	Solubilidade em água	Fonte provável
Carbonato de cálcio	Pouco solúvel	Carbonatação do hidróxido de cálcio do cimento; Cal não carbonatada.
Carbonato de magnésio	Pouco solúvel	Carbonatação do hidróxido de cálcio do cimento; Cal não carbonatada.
Carbonato de potássio	Muito solúvel	Carbonatação de hidróxidos alcalinos de cimentos de elevado teor de álcalis.
Carbonato de sódio	Muito solúvel	Carbonatação de hidróxidos alcalinos de cimentos de elevado teor de álcalis.
Hidróxido de cálcio	Solúvel	Cal liberada na hidratação do cimento.
Sulfato de cálcio desidratado	Parcialmente solúvel	Hidratação do sulfato de cálcio do tijolo.
Sulfato de magnésio	Solúvel	Tijolo e água de amassamento.
Sulfato de cálcio	Parcialmente solúvel	Tijolo e água de amassamento.
Sulfato de potássio	Muito solúvel	Tijolo, água de amassamento e cimento
Sulfato de sódio	Muito solúvel	Tijolo, água de amassamento e cimento.
Cloreto de cálcio	Muito solúvel	Água de amassamento.
Cloreto de magnésio	Muito solúvel	Água de amassamento.
Nitrato de magnésio	Muito solúvel	Solo adubado ou contaminado.
Nitrato de sódio	Muito solúvel	Solo adubado ou contaminado.
Nitrato de amônio	Muito solúvel	Solo adubado ou contaminado.

Fonte: Silva (2011), pág. 17.

Para que ocorra o fenômeno da eflorescência, Granato (2002) expõe que são necessários alguns fatores, que precisam agir simultaneamente. São eles:

- Teor de sais solúveis;
- Pressão da água suficiente para dispersão até a superfície;
- Presença de água;

Em se tratando de condições externas, o autor cita o volume de água, temperaturas elevadas, e o grau de porosidade dos materiais como contribuintes para a formação da patologia.

### **3.5 Materiais cerâmicos**

#### **3.5.1 Histórico**

A respeito do surgimento de produtos cerâmicos, Kazmierczak (2010) esclarece que a indústria da cerâmica é considerada uma das mais antigas, não só na construção civil, mas do mundo. Teve origem no período neolítico (12000-4000 a.C.), com a carência dos homens de locais para armazenamento de seus alimentos. Os primeiros indícios partem do cozimento das argilas feito ao sol, e posteriormente em fornos. Teve início em lugares onde a disponibilidade da pedra, material muito requerido na época, acabou se tornando escassa. Porém, outro material se encontrava abundantemente na natureza, a argila.

#### **3.5.2 Cerâmica**

Chama-se cerâmica à pedra artificial obtida pela moldagem, secagem e cozedura de argilas ou de misturas contendo argilas. Nos materiais cerâmicos a argila fica aglutinada por uma pequena quantidade de vidro, que surge pela ação do calor de cocção sobre os componentes da argila (BAUER, 1994, p.526).

A obtenção da cerâmica se dá a partir do tratamento em altas temperaturas, de sua matéria prima, como explica Kazmierczak (2010). No caso da cerâmica abordada neste trabalho, a cerâmica vermelha, temos a argila como a matéria prima utilizada.

Entre as características que predominam na cerâmica, citar alguns deles é de extrema importância. Quando há uma forte presença de óxido de ferro, que se mistura facilmente com a caulinita, a cor vermelha vinda dessa mistura resulta em materiais de cor vermelha. Já os álcalis, deixam o processo de cozimento e secagem mais rápidos, reduzindo a plasticidade, porque baixam o ponto de fusão e dão porosidade. Sais solúveis são inimigos quando o assunto é eflorescência (BAUER, 1994).

De acordo com Kazmierczak (2010), a cerâmica vermelha é comumente utilizada para a construção de blocos cerâmicos e tijolos. O processo de fabricação de ambos é feito através de extrusão, método em que o material é expulso forçadamente de um molde metálico e permanece na forma em que é deixado, neste caso, na seção transversal. Logo depois, é cozido e alcança suas propriedades finais.

### **3.5.3 Argila**

Ambrozewicz (2012) discorre sobre argila como sendo um conjunto de minerais, que possuem em sua composição silicatos de alumínio hidratados que, quando entram em contato com a água, formam uma pasta moldável plástica, e que assim que a mesma entra em processo de secagem, permanece enrijecida e solidificada permanentemente, por meio do calor.

De acordo com Bauer (1994), as argilas são basicamente constituídas por argilo-minerais, substâncias formadas por silicatos hidratados de alumínio, ferro e magnésio, juntamente com uma porcentagem de álcalis e alcalinos-terrosos, sendo partículas cristalinas muito pequenas.

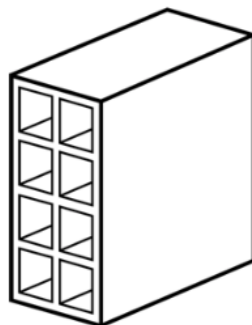
Bauer (1994) segue tratando as argilas como possuindo duas classificações, podendo ser gordas ou magras. O que diferencia uma da outra é a quantidade de coloide presente em sua composição. As mais gordas possuem alumina, o que acarreta em uma maior plasticidade, já as argilas magras, têm características mais porosas, devido à sílica.

## **3.6 Blocos cerâmicos e sua utilização na construção civil**

Conforme a NBR 12570-3 (2005, p. 2), os blocos cerâmicos são tidos como um dos componentes básicos para a parte de vedação de uma construção, podendo receber também função estrutural. Os blocos que recebem função de vedação devem suportar somente o peso próprio e algumas cargas, que são o caso de objetos que futuramente terão suas cargas depositadas sobre essas paredes, como é caso de pias, armários, dentre outros: “Bloco cerâmico de vedação é um componente da alvenaria de vedação que possui furos prismáticos perpendiculares às faces que os contém”.

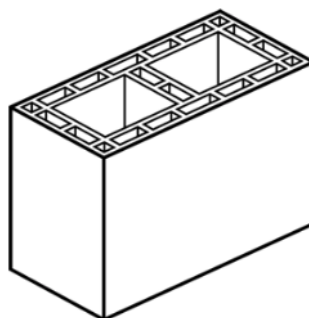
Ainda em conformidade com a norma, o bloco cerâmico de vedação pode ser empregado de ambas as formas quando se trata da posição de seus furos, pois é produzido para ser usado com os furos na horizontal, ou na posição vertical, como mostra as figuras a seguir.

Figura 5: Bloco cerâmico de vedação com furos na horizontal.



Fonte: NBR 15270-3 (2005).

Figura 6: Bloco cerâmico de vedação com furos na vertical.



Fonte: NBR 15270-3 (2005).

As dimensões adotadas para a construção dos blocos devem estar de acordo com o especificado pela NBR 12570-1/2 (2005), na *Figura 7*, de modo a atenderem as condições previstas para a garantia de fatores como segurança e estabilidade, que contribuem para a vida útil da construção.

Figura 7: Dimensões adequadas para blocos cerâmicos.

Dimensões L x H x C Módulo Dimensional M = 10 cm	Dimensões de fabricação cm			
	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)	
			Bloco principal	1/2 Bloco
(3/2) M x (2) M x (2) M	14	19	19	9
(3/2) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(3/2) M x (2) M x (3) M			29	14
(3/2) M x (2) M x (4) M			39	19
(2) M x (2) M x (2) M	19	19	19	9
(2) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(2) M x (2) M x (3) M			29	14
(2) M x (2) M x (4) M			39	19
(5/2) M x (5/2) M x (5/2) M	24	24	24	11,5
(5/2) M x (5/2) M x (3) M			29	14
(5/2) M x (5/2) M x (4) M			39	19

NOTA Os blocos com largura de 6,5 cm e altura de 19 cm serão admitidos excepcionalmente, somente em funções secundárias (como em "shafts" ou pequenos enchimentos) e respaldados por projeto com identificação do responsável técnico

Fonte: NBR 15270-1 (2005).

### 3.7 Causas da eflorescência nos blocos cerâmicos

Partindo do ponto citado anteriormente, Kazmierczak (2010) disserta que em se tratando do processo de fabricação dos blocos, algumas propriedades devem ser atingidas quando estes já estão finalizados. Essas propriedades são especificadas de modo a garantirem uma boa qualidade do material, e ajudarem também na melhor destinação dos blocos, pois as características específicas de cada obra devem ser levadas em consideração.

Dentre os fatores existentes, os de maior relevância quando o assunto é a eflorescência são o de permeabilidade e o de características da superfície. Permeabilidade porque a destinação deve ser compatível com a exposição a qual o bloco será submetido, no caso de obras com altos índices de umidade, blocos muito permeáveis devem ser evitados. E características da superfície quando a distribuição dos poros está diferente do normatizado, as chances de infiltração da água aumentam, tornando a peça mais propensa a patologia, conforme Kazmierczak (2010).

Chamamos eflorescências aos depósitos salinos que se formam nas argilas e nos tijolos crus. Estas eflorescências se formam em cru pela intervenção da água como agente mobilizador dos sais, e podem se consolidar e se tornar permanentes por cocção a temperatura elevada. As eflorescências são defeitos dos tijolos que se originam durante sua fabricação, e que permanecem depois praticamente inalterados, durante toda sua vida. As eflorescências são, portanto, anomalias permanentes da constituição superficial dos tijolos (VERDUCH E SOLANA, 2000, p.38).

Alguns cuidados podem contribuir para a diminuição da eflorescência, sendo alguns deles ainda na fabricação dos blocos cerâmicos. Conforme explica Ambrozewicz (2012), a depuração é crucial na retirada de impurezas que prejudicam a qualidade final do produto, onde são eliminados os grãos duros, pedras de cal e os sais solúveis, pois todos esses podem afetar a secagem e baixar a qualidade final dos blocos. A lavagem também é tratamento que contribui positivamente para a qualidade e, quando finalizado o processo, substâncias como sais, areia, rochas, cal e cristais de gesso, foram eliminadas.

Outros cuidados que podem ser adotados para a prevenção da eflorescência, como detalha a Notas Técnicas para Construção em Tijolos (1985), a diminuição dos fatores contribuintes é possível e podem diminuir a gravidade do problema ou até mesmo evitar sua ocorrência. Ações simples, como a correta seleção dos materiais e uma boa prática construtiva podem zerar a probabilidade de surgimento desse fenômeno. É possível que materiais contendo o mínimo de sais solúveis e uma boa proteção contra umidade sejam incluídos na execução do projeto. Essas escolhas vão do projeto mal feito ao bloco cerâmico, foco deste trabalho. São listados também nas notas técnicas as causas da escolha indevida desses materiais, sendo elas:

- Projeto: por mais que se trate de um bom projeto, escolha incorreta de materiais e execução ruins prejudicam automaticamente o resultado.
- Blocos cerâmicos: devem ser ensaiados para que se conheça a probabilidade quanto à eflorescência.
- Enchimento: usar enchimento com o mínimo de álcalis possível, e quando não seja possível, usar somente em alvenarias que não ficarão em contato direto com umidade.
- Argamassa: adotar na fabricação da argamassa, cimentos com o menor teor de álcalis, ou seja, cimentos Portland com menos de 0,1% de álcalis livres. A cal e a areia também devem ser analisados.



- Aditivos: por conterem componentes desconhecidos e a falta de conhecimento quanto à contribuição hidrófuga, o uso de aditivos deve ser evitado.

Em relação às práticas construtivas, quando não são feitas corretamente, aumentam as chances do surgimento de eflorescências. Notas Técnicas para Construção em Tijolos (1985) levanta alguns pontos em se tratando dessas práticas, como o assentamento dos blocos de maneira que não restem nenhuma junta para futuras infiltrações, a proteção das paredes ainda em processo construtivo contra intempéries, o correto armazenamento dos materiais para que contaminações sejam evitadas, e por fim o armazenamento das unidades de alvenaria, que devem ser mantidos longe do solo.

### **3.8 Locais mais propensos à eflorescência**

Os locais mais propensos a eflorescência são aqueles em que a presença de umidade é elevada e constante. Bezerra *et al.* (2012) diz que a absorção de água pode surgir de duas formas nos materiais, através da porosidade, que contribui para a percolação da água e o transporte dos sais, ou da capilaridade, sendo esta a que mais importante, pois se dá no processo de secagem dos materiais, provocando forças de sucção que causam o transporte da água até a superfície, seguida da evaporação. Por esse motivo, é correta a afirmação de que a eflorescência ocorre frequentemente em locais onde há o contato com a água.

Além desses fatores, os sais e a água presentes no solo agravam muito o problema, pois em períodos de chuva o solo tende a ficar saturado. Nesses casos, um dos reparos mais comuns é a impermeabilização das fundações, para evitar que a água penetre os tijolos (Bezerra *et al.*, 2012).

### 3.9 Umidade

Silva (2011) trata a umidade como a responsável pela maioria dos problemas, pois quanto mais água o material absorve, maiores são as chances de que ocorram manifestações patológicas. Ela se dá de diversas formas, podendo ser devido a intempéries, infiltração, condensação, ou por capilaridade.

Os problemas causados pelas patologias vindos da umidade são constituídos por quatro fatores, tais como, a idade da edificação, o clima, os materiais empregados, e por fim as técnicas adotadas no processo construtivo (Silva, 2011).

No caso dos blocos cerâmicos, devem ser empregados em lugares de maior umidade aqueles que possuem uma menor taxa de absorção de água (AA) e porosidade. Essas características são especificadas pela NBR 12570-3 (2005), e quando seguidas diminuem as chances de ocorrência de algumas patologias.

[...] geralmente nas paredes de alvenaria, a AA é causada por ascensão capilar da água, através dos poros do bloco cerâmico. Com esta situação, geralmente notam-se manchas, bolor e eflorescências, destacamento de placas etc (MASSON *ET AL.*, 2016, p. 8).

De modo geral, dentre os agentes causadores das manifestações patológicas, alguns se destacam pela sua popularidade, estando presentes na maioria deles. A umidade e a incompatibilidade dos materiais estão presentes em grande parte das anomalias estudadas, como aborda Erat *et al.* (2016).

Existe na atualidade um guia baseado na NBR 15575 (2013), que tem como finalidade recomendações, tanto para os construtores quanto para os usuários, de como contribuir positivamente para a funcionalidade e durabilidade das edificações. O guia de desempenho direciona da maneira mais clara possível o construtor e o usuário para a vida útil da edificação. Esse guia trata a umidade conforme será descrito a seguir.

#### 3.9.1 Desempenho quanto à estanqueidade à água

Sobre a estanqueidade à água nas edificações, o guia detalha os critérios que deverão ser adotados, ainda em fase de projeto, de maneira que indesejáveis infiltrações sejam evitadas.

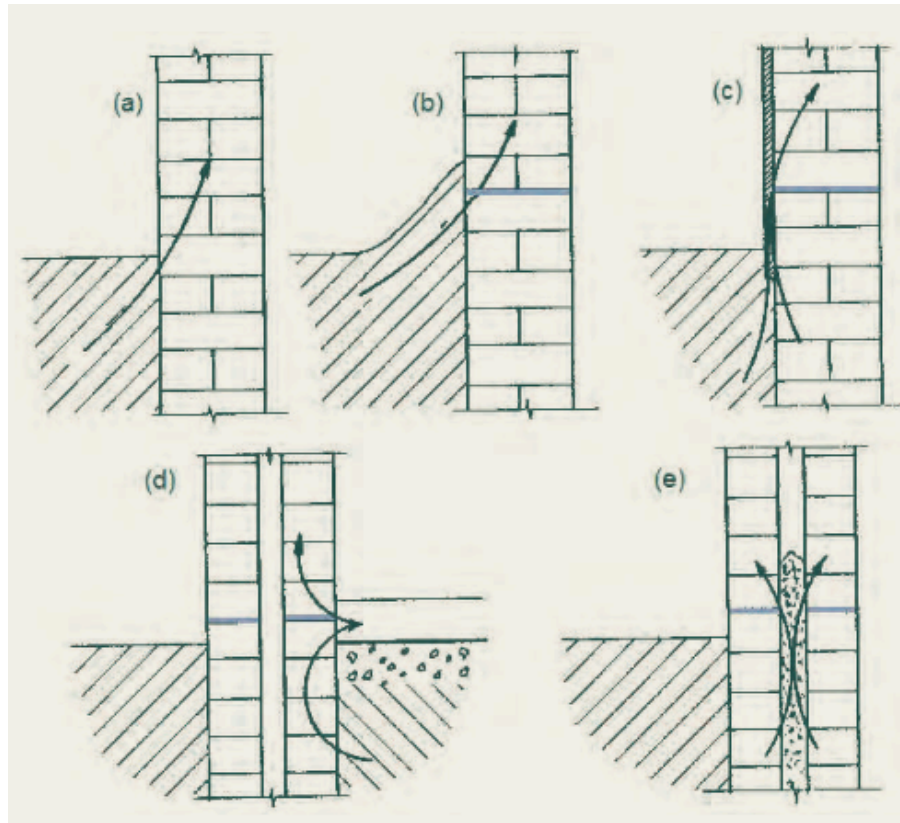
Uma das afirmações feitas é que a durabilidade de uma edificação está diretamente ligada à estanqueidade à água de seus elementos. Logo, pode-se concluir que proteger os elementos internos de uma estrutura é de suma importância, devido os mesmos não estarem preparados para infiltrações.

A prevenção pela estanqueidade engloba umidades vindas de ambientes internos da própria edificação, ascendente através do solo, e infiltração por intempéries. Existem vários modos de tornar as unidades de uma construção estanques, como pela drenagem do solo, adoção no projeto materiais impermeabilizantes, ou o próprio sistema impermeabilizante (segundo a NBR 9575), dentre outras barreiras contra a água.

Nunca podem ocorrer infiltrações através dos elementos, entre juntas das partes da estrutura, pois podem acarretar no surgimento de manchas de umidade, mas existem maneiras de modo a evitar que elas aconteçam, que devem ser previstos ainda na fase de projeto.

Solos argilosos são mais propensos à percolação de água, sendo a infiltração nesse caso, evitada pelo sistema impermeabilizante na fundação e uso de manta plástica ou camada de brita entre o solo e a estrutura. Qualquer sistema que venha a ser empregado, a penetração da água deve ser evitada por meio de pontes pelo contrapiso, revestimento, dentre outros, esquematicamente representado na *Figura 8*.

Figura 8: Umidade ascendente em parede: (a) Terra encostada na parede; (b) Terra acima da impermeabilização; (c) Transmissão pelo revestimento; (d) Transmissão pelo contrapiso; (e) Transmissão por entulho depositado no vão de parede dupla.



Fonte: Guia de desempenho das edificações - NBR 15575 (2013).

O sistema de drenagem é um grande aliado contra a umidade, deve ser executado de modo a não permitir o empoçamento ou a entrada da água no interior da edificação, ou qualquer outro lugar não previsto no projeto.

Quando todos os critérios são seguidos, a vida útil da edificação é aumentada e garante também conforto e segurança aos usuários.

### 3.10 Funcionalidade das construções com eflorescência

Baptista *et al.* (2017) refere-se à manifestação patológica da eflorescência como sendo muito comum em estruturas de alvenaria, podendo afetar vários elementos das edificações. Sendo assim, o dano causado pela eflorescência não é considerado apenas de caráter estético, pois pode afetar até mesmo a armadura da estrutura. Isso implica dizer que minimizá-la e evitá-la é de suma importância.

Em harmonia com Baptista *et al.* (2017), Granato (2002) defende que, em se tratando das alterações e dos danos gerados pelos depósitos salinos, os elementos

atingidos podem sofrer sérias degradações, ou somente ter os aspectos visuais/estéticos atingidos.

Quando o material entra em contato com pelo menos um dos fatores que contribuem para o surgimento da eflorescência, como é o caso da água, em se tratando de um material eflorescente, os depósitos salinos serão formados na superfície, podendo progredir para caso mais grave, afetando a qualidade da estrutura, como explica Baptista *et al.* (2017).

Silva (2011) relata que o efeito da eflorescência nas construções altera a aparência da superfície onde se encontra (*Figura 9*), podendo ser de caráter agressivo, degradando severamente a alvenaria. Isso implica dizer que esse fenômeno degrada micro estruturalmente as zonas próximas à superfície.

Figura 9: Eflorescência em estrutura.



Fonte: Autora.

### 3.11 Ensaios de eflorescência

Segundo Baptista *et al.* (2017), hoje em dia não se dispõe de métodos de ensaio previstos para detecção da eflorescência nos materiais cerâmicos. No entanto é necessário que seja feita uma avaliação do potencial nas peças empregadas na construção civil, de modo a minimizar e evitar essa indesejável manifestação, da melhor maneira possível.

Por mais que se trate de um fenômeno não recente, somente agora a eflorescência está sendo muito estudada e divulgada. Ela se dá geralmente em peças cerâmicas e está diretamente ligada à qualidade do material, causando prejuízos que atingem desde o fabricante até os usuários, necessitando de manutenção corretiva. É o que discorre Bezerra *et al.* (2012) sobre o assunto.

Com a inexistência de ensaios normatizados, alguns autores desenvolveram métodos próprios para demonstrar a qualidade dos materiais que o mercado dispõe, mas nenhum deles ainda normatizado. Sanders e Borsnan (2010), *apud* Baptista *et al.* (2017) acrescenta ainda que esses métodos realizam análises que podem ser empíricas ou analíticas. As empíricas são as análises em que a peça analisada é submetida à saturação e depois sofre secagem, e a eflorescência é analisada visivelmente. Já no caso das analíticas, a metodologia é mais detalhada, e os componentes cerâmicos são analisados individualmente, através de reações e computadores.

Porém, Baptista *et al.* (2017) explica que existe uma norma internacional, a ASTM C 67 (Standard Test Methods for Sampling and Testing Brick and Structural Clay Tile), que propõe uma metodologia de forma empírica, analisando os blocos intactos. Os resultados são tidos como satisfatórios pois a patologia se torna aparente depois dos 7 dias sugeridos pelo ensaio, apontando quais são os materiais eflorescentes.

O objetivo do ensaio realizado pela norma americana é abordado por Bezerra *et al.* (2012, p. 5), em consonância com os autores, como sendo:

Através do ensaio podemos analisar os blocos cerâmicos e recusar os que apresentam manchas abundantes, pois saberemos dos problemas que poderão surgir nas alvenarias, pois qualquer tipo de umidade é suficiente para a formação de eflorescências.

### **3.12 Diagnóstico da situação**

Conforme Erat *et al.* (2016), a identificação do problema é de suma importância para o reparo das patologias presentes nas construções, tendo sua intensidade variando de acordo com o período em que é analisada. E, quando analisadas de forma correta, a origem é detectada, e o diagnóstico pode ser devidamente elaborado. Quando contratados para uma vistoria, muitos profissionais seguem um roteiro ao analisar a patologia. Esse roteiro é dividido em etapas, sendo

elas, a vistoria do local, coleta de informações, análises complementares (ensaios), e por fim o reparo.

Os ensaios servem para que as amostras coletadas sejam ensaiadas e seus resultados analisados, determinando propriedades que são relevantes para o seu uso. Quando são realizados, avaliam e qualificam o comportamento físico-químico dos materiais, visando demonstrar da maneira mais fiel possível esse comportamento, diante das condições de exposição as quais serão submetidas. Ensaios esses que, de acordo com Erat *et al.* (2016), podem ser realizados de duas maneiras, que compõem a primeira etapa para detecção do problema. No local onde a obra está sendo executada, com o uso de equipamentos que possibilitam o diagnóstico do problema. E em laboratório, quando amostras são levadas para serem ensaiadas e também terem seus resultados comparados. Feita uma das etapas citadas anteriormente, os dados obtidos são utilizados para a formulação do problema em si, a determinação da manifestação patológica.

Em se tratando de outros aspectos, é possível observar o que aborda a respeito do diagnóstico Oliveira (2013, p. 39), relatando que as manifestações patológicas são constituídas por um processo dinâmico, ou seja, seus aspectos variam de uma época para outra, estando em constante avanço:

De maneira simplificada pode-se dizer que o processo de diagnóstico de um problema patológico pode ser descrito como uma geração de hipóteses efetivas que visam a um esclarecimento das origens, causas e mecanismos de ocorrências que estejam promovendo uma queda no desempenho do produto.

### **3.13 Métodos para reparo da eflorescência**

A etapa de reparo é feita após o diagnóstico, sendo também conhecida como terapia, como explica Erat *et al.* (2016). Nesta fase, intervenções são executadas de modo a tratar as patologias, quando não foram feitas como forma de evitar esses problemas, e recebe também o nome de profilaxia.

Diante da formulação do prognóstico, onde ficarão evidentes as possibilidades de solução do problema patológico, levantam-se as alternativas de intervenção que por sua vez, são feitas levando-se em conta três parâmetros básicos: grau de incerteza sobre os efeitos, relação custo benefício e disponibilidade de tecnologia para execução dos serviços (OLIVEIRA, 2013, p. 40).

Cada patologia possui um tipo específico de correção, e a escolha dos materiais volta a ser muito importante, pois, quando o reparo é feito, se um material inadequado é utilizado, a correção pode ser somente temporária, e o problema pode voltar a ocorrer, como explica Erat *et al.* (2016).

Quando os mecanismos que provocam o aparecimento dos sais eflorescentes tiverem sido estabelecidos e as origens dos sais e da umidade identificadas (normalmente estas últimas) pode-se encarar a questão de se tomarem medidas corretivas adequadas. Tais soluções para o problema da eflorescência normalmente envolvem a prevenção da entrada da água na alvenaria e a remoção da eflorescência da parede (NOTAS TÉCNICAS PARA CONSTRUÇÃO EM TIJOLOS, 1985, p. 5).

Tratamentos superficiais muitas vezes não são recomendados, pois em casos de alvenarias que tendem a eflorescer, e não têm sua causa interrompida, podem acabar desintegrando a peça cerâmica, como explicita Notas Técnicas para Construção em Tijolos (1985, p. 6) no trecho que segue:

[...] a água que consegue entrar na alvenaria vai dissolver os sais solúveis. Então, conforme a água viaja em direção à superfície tratada, a maioria dela ficará retida na camada mais profunda da face penetrada pelo tratamento (normalmente 1/8 a 1/4in [3 a 6 mm]). Neste ponto a água irá evaporar, passando através da água tratada como vapor e não apresentará problemas. No entanto, os sais solúveis nela contidos irão ser depositados no interior da alvenaria no ponto onde a água evaporar. O crescimento cristalino, neste ponto, pode desenvolver pressões tremendas que podem resultar no estilhaçamento do tijolo. É por esta razão que os tratamentos superficiais não são recomendados como tratamentos para os problemas de eflorescência.

Recomenda-se que tais reparos sejam realizados durante um período quente e seco, já que a umidade pode favorecer o transporte dos sais para a superfície.

A luta contra a eflorescência quando já manifestadas se dá de várias formas, que são descritas por Amrein (1960) através de tratamentos, como produtos químicos, ácidos, ou somente a limpeza seguida de pintura.



## 4 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta o método aplicado para a análise do estudo proposto. Segundo Sanders e Borsnan (2010), *apud* Baptista *et al.* (2017), os métodos de ensaio podem ser definidos como empíricos ou analíticos:

Os ensaios empíricos são aqueles que normalmente envolvem na sua metodologia a saturação da unidade de alvenaria durante um período, seguido de uma fase de secagem, para então ser avaliada visualmente quanto à manifestação de eflorescência. Os ensaios analíticos são mais detalhados e permitem identificar a composição dos depósitos de eflorescência presente no composto cerâmico, fazendo uso de tecnologias mais avançadas e programas de computador.

O método aplicado no presente trabalho é de caráter experimental, que consiste na análise de amostras intactas submetidas à saturação, passando em seguida pelo processo de secagem, e em seguida, caso a amostra seja favorável ao fenômeno, a eflorescência se torna visível.

Deve-se salientar que, a pesquisa realizada é voltada para a avaliação de amostras coletadas, e, com base nos resultados obtidos pode-se inferir a qualidade dos blocos utilizados, e partir do observado preconizar uma melhor destinação para o material. Em consequência da inexistência de normas brasileiras, a análise empírica e apresentação de dados faz uso do método proposto pela ASTM C 67 (2014). Em consonância com outros autores, Bezerra *et al.* (2012) trata o objetivo do ensaio segundo a norma americana como sendo satisfatório, tratando seu resultado da seguinte forma:

Através do ensaio podemos analisar os blocos cerâmicos e recusar os que apresentam manchas abundantes, pois saberemos dos problemas que poderão surgir nas alvenarias, pois qualquer tipo de umidade é suficiente para a formação de eflorescências.

Outra proposta sugerida pelo trabalho, também voltada para a correta destinação dos blocos, é a obtenção da resistência mecânica e das dimensões previstas pela norma, que capacitam os blocos coletados, seguindo as recomendações feitas pela NBR 15270 (2005).

A norma é dividida em três partes, tendo as NBR 15270-1 (2005) e NBR 15270-2 (2005) o objetivo de:

[...] define os termos e fixa os requisitos dimensionais, físicos e mecânicos exigíveis no recebimento de blocos cerâmicos de vedação a serem utilizados em obras de alvenaria de vedação, com ou sem revestimento.

A terceira e última parte, NBR 15270-3 (2005), “estabelece os métodos para execução dos ensaios dos blocos cerâmicos estruturais e de vedação”.

## **4.1 Equipamentos e Materiais**

### **4.1.1 Equipamentos**

Para a realização da análise proposta pelas normas brasileira e americana, os seguintes materiais foram utilizados:

- Estufa
- Balde
- Régua
- Luva
- Formas (5 x 51 x 71 cm)
- Água destilada
- Carrinho (para transporte dos blocos)
- Paquímetro
- Balança
- Argamassa (AC)
- Prensa hidráulica para rompimento

#### 4.1.2 Amostras

Conforme NBR 15270-3 (2005), no recebimento de qualquer bloco cerâmico de vedação deve-se observar as características visuais, por exemplo, sem quebras ou qualquer tipo de deformação que comprometa sua função e destinação, devendo se enquadrar nos parâmetros de avaliação estabelecidos pela norma em questão.

Foram obtidas amostras de seis fornecedores, como sendo os mais vendidos no Distrito Federal, segundo pesquisa feita em lojas de materiais de construção e informações cedidas pelos vendedores.

Com a finalidade de igual comparação dos materiais, foram escolhidos blocos de mesmo modelo, contendo 8 furos e dimensões 9x19x19 cm.

Os blocos cerâmicos foram adquiridos nos dias 11/10/2017 e 19/10/2017, respectivamente, e em seguida levados até o laboratório do Centro Universitário de Brasília - UniCEUB para serem analisados.

No laboratório, todo o material foi armazenado em local seco e arejado, sem nenhuma presença de umidade. Em seguida foram identificados de acordo com o fabricante, e cada um recebeu um número, para um melhor controle.

A *Tabela 1* a seguir apresenta a identificação dos blocos, com o nome das olarias e a cidade de origem de cada uma.

Tabela 1: Identificação das amostras.

	<b>FABRICANTE</b>	<b>CIDADE DE ORIGEM</b>
<b>1</b>	Cerâmica Manasses	Anápolis - Goiás
<b>2</b>	Cerâmica São Vicente	Anápolis - Goiás
<b>3</b>	Cerâmica Babilônia	Pirenópolis - Goiás
<b>4</b>	Cerâmica São Caetano	Anápolis - Goiás
<b>5</b>	Cerâmica Alvorada	Alvorada - Tocantins
<b>6</b>	Cerâmica Menino Jesus	Anápolis - Goiás

Fonte: Autora.

#### 4.1.3 Amostras mais suscetíveis à eflorescência

Não foi possível obter informações a respeito do produto, tais como o traço, lote, local de retirada da matéria prima, não fornecidos pelos fabricantes.

Através de perguntas feitas nas lojas onde as amostras foram adquiridas, foi possível concluir que o processo de fabricação dos blocos cerâmicos no Brasil

possui controle de qualidade desconhecido, o que afeta diretamente suas propriedades. Não é dado conhecimento ao usuário das análises necessárias para garantia de qualidade do produto, caso existentes, deixando o usuário desprovido de indicadores de qualidade.

## 4.2 Métodos

### 4.2.1 Ensaio de resistência

Em relação à resistência mecânica, que individualmente os blocos devem suportar para se adequarem aos requisitos da norma, a NBR 15270-3 (2005) propõe a seguinte metodologia de ensaio.

Em nota constante na norma, o ensaio em questão deve ocorrer somente após a verificação das dimensões, e os blocos estarem em acordo com tais características.

A *Figura 10* apresenta as devidas dimensões dos blocos cerâmicos:

Figura 10: Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos de vedação dos fabricantes testados – editada.

Dimensões L x H x C Módulo Dimensional M = 10 cm	Dimensões de fabricação cm			
	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)	
			Bloco principal	1/2 Bloco
(1) M x (1) M x (2) M	9	9	19	9
(1) M x (1) M x (5/2) M			24	11,5
(1) M x (3/2) M x (2) M		14	19	9
(1) M x (3/2) M x (5/2) M			24	11,5
(1) M x (3/2) M x (3) M			29	14
(1) M x (2) M x (2) M		19	19	9
(1) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(1) M x (2) M x (3) M			29	14
(1) M x (2) M x (4) M	39		19	

Fonte: NBR 12570-1 (2005), p. 6.

Existe também uma tolerância dimensional que a norma suporta, apresentado na *Figura 11*:

Figura 11: Tolerância dimensional individual relacionada à dimensão efetiva.

Grandezas controladas	Tolerância individual mm
Largura (L)	± 5
Altura (H)	
Comprimento (C)	
NOTA Grandezas controladas conforme tabela 7.	

Fonte: NBR 12570-1 (2005), p. 7.

Após a verificação anterior, pode-se dar início ao ensaio de resistência. Deve-se contar, em consoante com a NBR 12570-1 (2005), para este ensaio de resistência a compressão, com 13 corpos de prova, intactos, e com dimensões previamente aprovadas.

Assim que limpos, medidos e pesados, os blocos passam por processo de capeamento, como mostrado nas *Figuras 13 e 14*, e *Apêndice A*, e aplicando uma fina camada de argamassa, sendo uma técnica utilizada para igualar a área de contato com a prensa, aumentando o atrito, e fazendo com que o bloco receba igualmente a força aplicada, de ambos os lados, superior e inferior.

A *Figura 15* mostra o que foi feito em seguida, quando os mesmos foram posicionados na prensa para rompimento.

Os valores adequados para que sejam aprovados no ensaio são apresentados na norma através da *Figura 12*, sendo o mínimo de 1,5 MPa para blocos usados com furos na horizontal (*Figura 5*), e 3,0 MPa para os que serão utilizados na posição vertical (*Figura 6*).

Figura 12: Valores adequados para resistência à compressão ( $f_b$ ).

Posição dos furos	$f_b$ MPa
Para blocos usados com furos na horizontal (figura 1)	≥ 1,5
Para blocos usados com furos na vertical (figura 2)	≥ 3,0
NOTA Ver anexo C da ABNT NBR 15270-3:2005.	

Fonte: NBR 12570-1 (2005), p. 8.

Figura 13: Blocos capeados.



Fonte: Autora.

Figura 14: Blocos capeados.



Fonte: Autora.

Figura 15: Bloco posicionado para rompimento.



Fonte: Autora.

#### **4.2.2 Ensaio de eflorescência**

Como esclarecido anteriormente, não se dispõe de norma para detecção da eflorescência e para estudo desta manifestação patológica, adotando-se as normas internacionais, como é o caso do presente trabalho.

O ensaio de eflorescência foi realizado de acordo com a metodologia proposta pela ASTM C 67 (2014).

A metodologia foi executada no laboratório do Centro Universitário de Brasília – UniCEUB, campus Asa Norte, que apresenta as condições necessárias para a realização do ensaio.

Para cada fornecedor, foram utilizados cinco pares de bloco intactos, com dimensões e características similares, sendo a metade submetida ao ensaio e a outra exposta ao mesmo ambiente e às mesmas condições, para futura comparação.

O procedimento iniciou-se pela retirada de sujeiras por meio de escovação dos blocos, seguido do processo de secagem na estufa (100 graus), e logo após a colocação dos mesmos em uma lâmina de água destilada de 2,54 cm (1 polegada), estando separados a uma distância mínima de 5,08 cm (2 polegadas), em recipientes feitos de material que não apresentam risco de corrosão. O nível d'água foi verificado diariamente e mantido durante todo o ensaio, devido a evaporação e a absorção dos blocos.

As Figuras 16 a 18 e Apêndice B estão em consoante com a metodologia feita em laboratório.

Figura 16: Armazenamento dos blocos.



Fonte: Autora.



Figura 17: Secagem dos blocos na estufa.



Fonte: Autora.

Figura 18: Posicionamento dos blocos na lâmina d'água.



Fonte: Autora.

O ensaio ocorreu em um período de nove dias para cada amostra, sendo o primeiro dia para a secagem do material, sete deles para a colocação na água, e o último para secagem novamente, comparação e verificação dos resultados, concluindo quais blocos são eflorescentes. A *Tabela 2* apresenta o tipo, data de secagem e imersão de cada bloco.

Tabela 2: Informações do ensaio.

	<b>TIPO DE BLOCO</b>	<b>SECAGEM</b>	<b>IMERSÃO</b>
<b>1</b>	Cerâmico de vedação (8 furos)	25/10/2017	31/10/2017
<b>2</b>	Cerâmico de vedação (8 furos)	26/10/2017	31/10/2017
<b>3</b>	Cerâmico de vedação (8 furos)	26/10/2017	01/11/2017
<b>4</b>	Cerâmico de vedação (8 furos)	27/10/2017	01/11/2017
<b>5</b>	Cerâmico de vedação (8 furos)	27/10/2017	03/11/2017
<b>6</b>	Cerâmico de vedação (8 furos)	28/10/2017	03/11/2017

Fonte: Autora.

## 5 ANÁLISES DE RESULTADOS

### 5.1 Ensaio de geometria e resistência mecânica

Após seguidas as recomendações para a realização da metodologia sugeridas pela NBR 15270-3 (2005), as dimensões mínimas para o recebimento do lote do material, que deveriam ser de 9x19x19 cm, com margem de  $\pm 5$  mm, não alcançaram números satisfatórios. Os valores aceitáveis para altura e comprimento devem estar entre 18,95 cm e 19,05 cm, e 8,95 cm e 9,05 para largura dos blocos cerâmicos.

Como resultante, as dimensões alcançadas em grande parte das amostras não estão em conformidade com os critérios de aceite da norma, tendo somente três delas com altura, e somente uma com a largura condizentes com o estabelecido pela NBR.

Quanto ao peso dos blocos os mesmos não sofreram nenhuma alteração quando pesados antes e depois da secagem.

Na *Tabela 3* apresentam-se as dimensões e peso dos blocos estudados.

Tabela 3: Dimensões e peso das amostras.

AMOSTRA	DIMENSÕES (cm)			PESO (kg)	
	ALTURA	COMPRIMENTO	LARGURA	ANTES	DEPOIS
1	18,914	18,574	8,896	2,058	2,058
2	19,448	18,636	8,924	1,698	1,698
3	19,030	18,496	8,976	1,829	1,829
4	18,744	18,666	8,850	2,258	2,258
5	18,404	18,058	8,398	1,816	1,816
6	18,764	18,628	8,734	2,300	2,300

Fonte: Autora.

Os resultados de resistência mecânica resultaram, na sua maioria, em números insatisfatórios. O valor de referência da norma, para blocos empregados com furos na posição horizontal, é de  $\geq 1,5$  MPa, e o dobro para uso dos mesmos na vertical. No entanto, como pode ser observado, somente uma amostra, a de

número 5, estava em conformidade com essas exigências. A *Tabela 4* apresenta os valores alcançados de resistência.

Tabela 4: Resultados do ensaio de resistência à compressão.

AMOSTRA	RESISTÊNCIA (MPa)	
	HORIZONTAL	VERTICAL
1	1,021	2,042
2	0,840	1,680
3	0,612	1,225
4	1,121	2,243
5	1,531	3,063
6	1,306	2,612

Fonte: Autora.

Abaixo, podemos observar na *Figura 19*, um dos blocos rompido:

Figura 19: Bloco rompido.



Fonte: Autora.

## 5.2 Ensaio de eflorescência

Após o ensaio sugerido pela ASTM C 67 (2014), foi observado que um maior número de amostras se deram favoráveis ao fenômeno da eflorescência.

Durante a ocorrência do ensaio, foram efetuadas leituras do nível da lâmina d'água, detalhadas na *Tabela 5* a seguir:

Tabela 5: Leitura do nível d'água.

	<b>Dia 1</b>	<b>Dia 2</b>	<b>Dia 3</b>	<b>Dia 4</b>	<b>Dia 5</b>	<b>Dia 6</b>	<b>Dia 7</b>
<b>1</b>	0,5	Feriado	2,0	2,54	Domingo	2,0	2,0
<b>2</b>	0,5	Feriado	2,0	2,54	Domingo	2,0	2,0
<b>3</b>	Feriado	0,5	2,0	Domingo	1,8	2,0	2,0
<b>4</b>	Feriado	0,5	2,0	Domingo	1,8	2,0	2,0
<b>5</b>	2,0	Domingo	2,0	2,0	1,8	2,54	2,5
<b>6</b>	2,0	Domingo	2,0	2,0	1,8	2,54	2,5

Fonte: Autora.

Passados os nove dias necessários para o ensaio, as condições foram observadas, conforme resultados apresentados na *Tabela 6* e registro fotográfico apresentados no *Apêndice C*.

Tabela 6: Resultado da manifestação de eflorescência nas amostras testadas.

	<b>SECAGEM</b>	<b>SITUAÇÃO</b>
<b>1</b>	25/10/2017	Eflorescente
<b>2</b>	26/10/2017	Não eflorescente
<b>3</b>	26/10/2017	Não eflorescente
<b>4</b>	27/10/2017	Eflorescente
<b>5</b>	27/10/2017	Eflorescente
<b>6</b>	28/10/2017	Eflorescente

Fonte: Autora.

No decorrer do ensaio alguns pontos foram levantados, podendo ser considerados relevantes.

Assim que imersos, os blocos rapidamente absorveram bastante água, e cerca de meia hora depois a mesma alcançou uma altura equivalente a um terço de cada peça. Logo, todas as amostras utilizadas apresentaram alta porosidade, o que

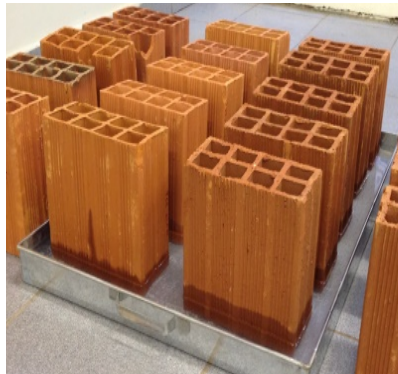
implica dizer que possuem um elevado índice de absorção de água, em desacordo com a norma brasileira, que estabelece um máximo de 10% para cada peça. Pôde-se chegar a essa conclusão devido ao inconstante nível de água, que alterou consideravelmente com o passar dos sete dias de imersão, anteriormente observado na *Tabela 5*.

Outro ponto observado é o da eflorescência, que se manifestou antes mesmo do fim do ensaio e da secagem dos blocos.

As manchas causadas pela manifestação patológica surgiram quatro dias depois de imersa a amostra 1, seis dias depois na amostra 4, e 7 dias depois na amostra 6. Mostrando uma forte presença de sais solúveis na matéria prima desses materiais.

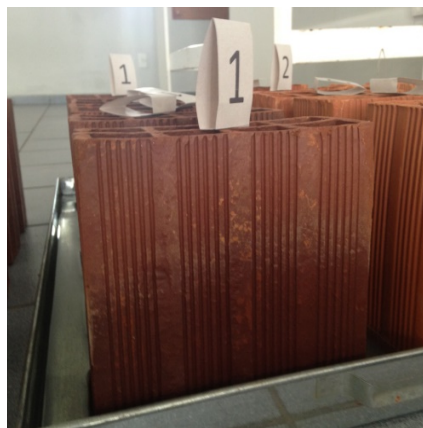
As *Figuras 20 a 24* mostram a alta porosidade e a manifestação precoce da eflorescência nos blocos.

Figura 20: Alta porosidade observada nos blocos.



Fonte: Autora.

Figura 21: Manifestação patológica no bloco ainda imerso.



Fonte: Autora.

Figura 22: Eflorescência manifestada na amostra 1 antes da secagem.



Fonte: Autora.

Figura 23: Eflorescência manifestada na amostra 4 antes da secagem.



Fonte: Autora.

Figura 24: Eflorescência manifestada na amostra 6 antes da secagem.



Fonte: Autora.

## 6 CONCLUSÃO

Quando inexistente, no processo fabril, controle de qualidade da matéria prima e dos parâmetros nos quais os blocos cerâmicos devem se enquadrar as chances de surgimento de manifestações patológicas aumentam. A matéria prima utilizada para fabricação dos blocos cerâmicos não é sempre retirada da mesma fonte, ou seja, não se deve manter um resultado para todos os produtos cerâmicos. O que se pode tratar com propriedade é a maneira como ocorre o processo fabril, sem controle de qualidade e sem a obtenção das informações necessárias para que os mesmos sejam bem empregados. Por exemplo, quando os blocos cerâmicos possuem alto índice de absorção devem ser testados antes de seu emprego, algo que poderia ser facilmente resolvido caso fossem fornecidas pelas fábricas as análises de seus produtos ao comercializá-los.

Com base na pesquisa das amostras dos blocos cerâmicos estudados, conclui-se que, no geral, estes não estão em conformidade quanto às dimensões, resistência à compressão e propensão à eflorescência, e devem os referidos lotes serem rejeitados por estarem inadequados para a destinação a que se propõem.

Com relação a metodologia empregada, pode-se afirmar que nem sempre os produtos comercializados pelas olarias estão aptos para as devidas finalidades, estando em desacordo com as condições estabelecidas pelas normas. De acordo com a análise dos resultados, reprovou-se a maioria das amostras. No ensaio de resistência rejeitou-se os materiais ainda na checagem dimensional, tendo-se no ensaio de resistência mecânica, somente uma das amostras de acordo com os padrões estipulados. Em se tratando do teste de eflorescência, alcançou-se resultados mais satisfatórios, onde dois dos fabricantes não fornecem peças eflorescentes.

Conclui-se que manifestações patológicas podem ser comumente encontradas em alvenarias, e estas podem surgir em decorrência da falta de controle tecnológico de fabricação.

Depois do teste do potencial de eflorescência das amostras, um perfil pôde ser traçado para cada fornecedor. Em obras com presença de umidade, as amostras 2 e 3 se adequam por não apresentar eflorescência. As demais, 1, 4, 5 e 6 devem ser evitadas, pois apresentam chances de manifestação patológica.



## 7 BIBLIOGRAFIA

ABNT NBR 15270-1:2005 – Componentes cerâmicos. Parte 1: Blocos Cerâmicos para Alvenaria de Vedação – Terminologia e requisitos. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 2005.

ABNT NBR 15270-2:2005 – Componentes cerâmicos. Parte 2: Blocos Cerâmicos para Alvenaria de Vedação – Terminologia e requisitos. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 2005.

ABNT NBR 15270-3:2005 – Componentes cerâmicos. Parte 3: Blocos Cerâmicos para Alvenaria Estrutural e de Vedação – Métodos de ensaio. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 2005.

AMBROZEWICZ, Paulo Henrique Laporte. Materiais Cerâmicos. In: Materiais de Construção: Normas, Especificações, Aplicação e Ensaio de Laboratório. São Paulo: PINI, 2012. p. 318-345.

AMREIN, E.. La lucha contra las eflorescencias. Industria Italiana del Laterizi, Anno XIV, Fascículo 6, 1960.

ASTM – American Society for Testing Materials. ASTM C 67- Standard Test Methods for Sampling and Testing Brick and Structural Clay Tile. ASTM, 2014.

BABTISTA, Adriana; CARNEIRO, Aryane; PARSEKIAN, Guilherme Aris. Estudo sobre Metodologias para Ensaio de Potencial de Eflorescência. Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. TECSIC, 2017.

BAUER, Luiz Alfredo Falcão. Materiais Cerâmicos. In: Materiais de Construção: Novos Materiais para Construção Civil. Vol.2. 5ª ed. Uberlândia – MG. Editora LTC, 1994. p. 526-570.

BEZERRA, Ana Priscila Leite; BARBOZA, Jéssica dos Santos; PAIVA, Tatiana Flávia Ferreira de; FERREIRA, Telma Sueli de Sousa Silva; RIBEIRO, Iracira José da Costa. Ensaio de Eflorescência baseado na norma da ASTM C 67-92a. Instituto Federal da Paraíba – IFPB. VII CONNEPI, Palmas (TO), 2012.

Desempenho de Edificações Habitacionais: Guia Orientado para Atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013 – Cap. 12. 2ª ed. Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC. Brasília, 2013.

Eflorescências, prevenção e controle: Parte II de II. Notas Técnicas para a Construção em Tijolos, Nota 23 A revista. Brick Industry Association. Virginia (USA), 1985.

ERAT, Djuli; BRATFISCH, Maicon; RAITZ, Naiara; FLORIANI, Ricardo. Análise de Patologias da Construção Civil. Revista Maiêutica, Indaial, v.2, n.1, p. 25-35. Faculdade Metropolitana de Rio do Sul – FAMESUL. Santa Catarina, 2016.

GRANATO, José Eduardo. Patologia das Construções – Cap. 7, 2002.

KAZMIERCZAK, Claudio de Souza. Produtos de cerâmica vermelha. In: ISAIA, Geraldo Cechella. Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. Vol. 1. 2ª ed. São Paulo: IBRACON, 2010. p. 565-588.

MASSON, Alana Carolina; RENZI, Gabriela; SANTOS, Sérgio dos. Absorção de água em tijolos. Revista Maiêutica, Indaial, v.2, n.1, p. 7-24. Faculdade Metropolitana de Rio do Sul – FAMESUL. Santa Catarina, 2016.

OLIVEIRA, Daniel Ferreira. Levantamento de Causas de Patologias na Construção Civil. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2013.

SILVA, Isabelly Tatiane dos Santos. Identificação dos Fatores que Provocam Eflorescência nas Construções em Angicos/RN. Monografia (Bacharel em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Campus Angicos. Angicos, 2011.

SOUZA, Marcos Ferreira de. Patologias Ocasionadas pela Umidade nas Edificações. Monografia (Especialista em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG: Escola de Engenharia. Belo Horizonte, 2008.

VERDUCH, A. Garcia; SOLANA, V. Sanz. Formação de Eflorescências na superfície dos Tijolos. Universidade Jaume, Catellón. Espanha, 2000.

## APÊNDICE

### Apêndice A: Ensaio de resistência mecânica

Figura A. 1: Processo de capeamento dos blocos (01/12/2017).



Fonte: Autora.

Figura A. 2: Processo de capeamento da amostra 1 (01/12/2017).



Fonte: Autora.

Figura A. 3: Processo de capeamento da amostra 4 (01/12/2017).



Fonte: Autora.

Figura A. 4: Processo de capeamento da amostra 4 (01/12/2017).



Fonte: Autora.

Figura A. 5: Bloco cerâmico capeado (01/12/2017).



Fonte: Autora.

Figura A. 6: Posicionamento dos blocos capeados (01/12/2017).



Fonte: Autora.

Figura A. 7: Blocos capeados (01/12/2017).



Fonte: Autora.

Figura A. 8: Bloco da amostra 4 capeado (01/12/2017).



Fonte: Autora.

Figura A. 9: Amostra 2 capeada (01/12/2017).



Fonte: Autora.

### Apêndice B: Ensaio de eflorescência

Figura B. 1: Blocos das amostras 1 e 2 na lâmina d'água em 31/10/2017.



Fonte: Autora.



Figura B. 2: Blocos das amostras 3 e 4 na lâmina d'água em 01/11/2017.



Fonte: Autora.

Figura B. 3: Detalhe das amostras 1 e 2 posicionadas na lâmina d'água (31/10/2017).



Fonte: Autora.

Figura B. 4: Amostras 5 e 6 posicionadas na água em 03/11/2017.



Fonte: Autora.

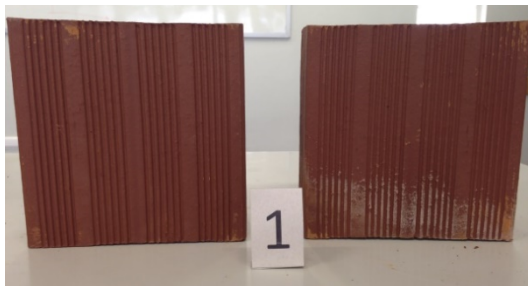
Figura B. 5: Vista superior das amostras 5 e 6 após imersas (03/11/2017).



Fonte: Autora.

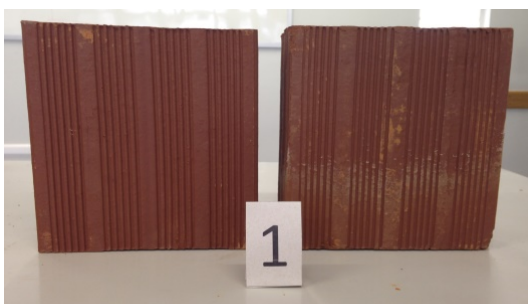
## Apêndice C: Ensaio de eflorescência

Figura C. 1: Amostra 1.1 após secagem (07/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



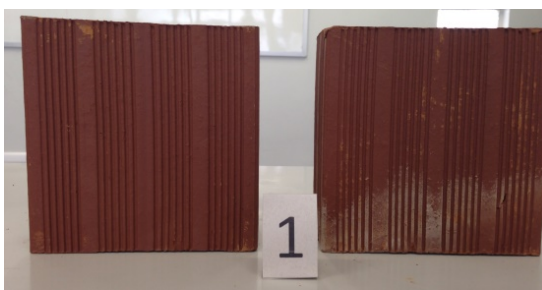
Fonte: Autora.

Figura C. 2: Amostra 1.1 após secagem (07/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



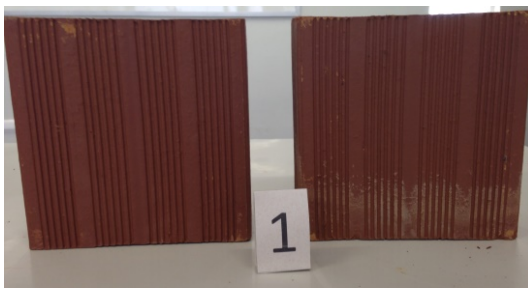
Fonte: Autora.

Figura C. 3: Amostra 1.2 após secagem (07/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



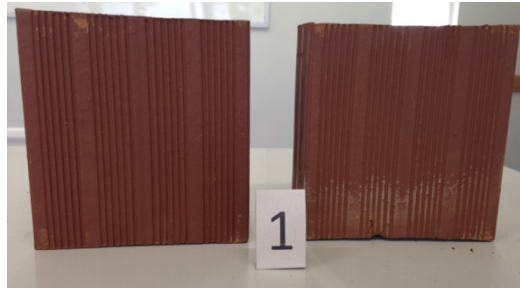
Fonte: Autora.

Figura C. 4: Amostra 1.2 após secagem (07/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



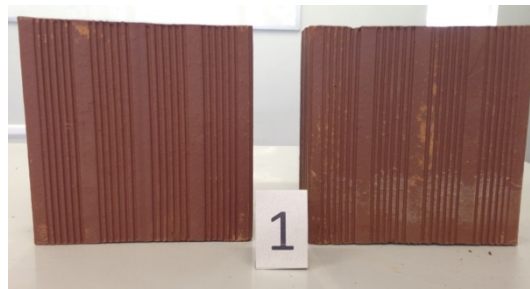
Fonte: Autora.

Figura C. 5: Amostra 1.3 após secagem (07/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



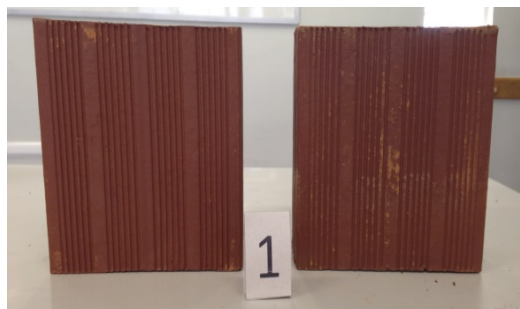
Fonte: Autora.

Figura C. 6: Amostra 1.3 após secagem (07/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



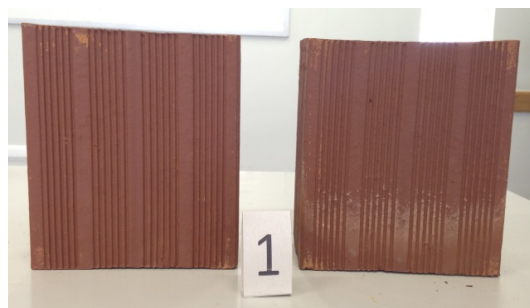
Fonte: Autora.

Figura C. 7: Amostra 1.4 após secagem (07/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



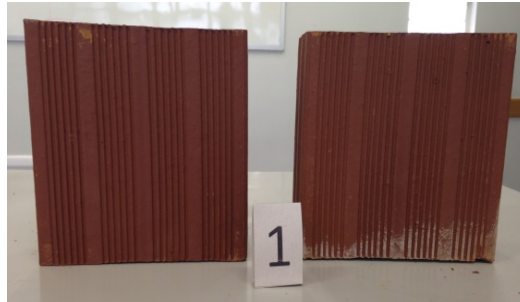
Fonte: Autora.

Figura C. 8: Amostra 1.4 após secagem (07/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



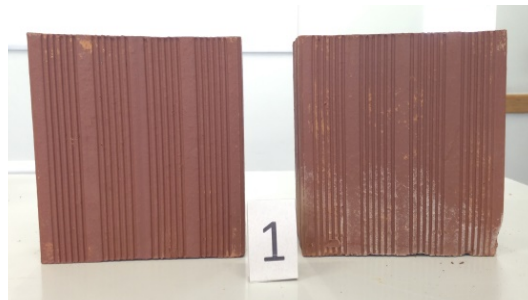
Fonte: Autora.

Figura C. 9: Amostra 1.5 após secagem (07/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



Fonte: Autora.

Figura C. 10: Amostra 1.5 após secagem (07/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



Fonte: Autora.

Figura C. 11: Amostra 2.1 após secagem (07/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



Fonte: Autora.

Figura C. 12: Amostra 2.1 após secagem (07/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



Fonte: Autora.

Figura C. 13: Amostra 2.2 após secagem (07/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



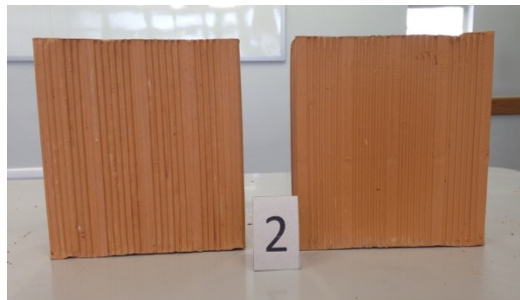
Fonte: Autora.

Figura C. 14: Amostra 2.2 após secagem (07/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



Fonte: Autora.

Figura C. 15: Amostra 2.3 após secagem (07/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



Fonte: Autora.

Figura C. 16: Amostra 2.3 após secagem (07/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



Fonte: Autora.

Figura C. 17: Amostra 2.4 após secagem (07/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



Fonte: Autora.

Figura C. 18: Amostra 2.4 após secagem (07/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



Fonte: Autora.

Figura C. 19: Amostra 2.5 após secagem (07/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



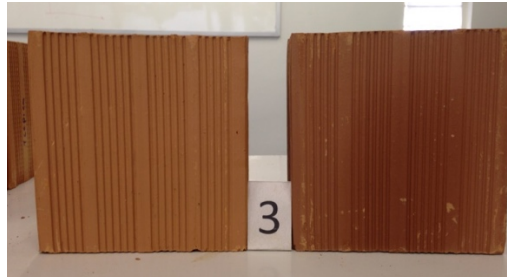
Fonte: Autora.

Figura C. 20: Amostra 2.5 após secagem (07/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



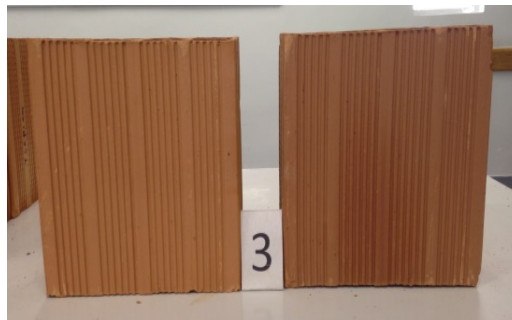
Fonte: Autora.

Figura C. 21: Amostra 3.1 após secagem (08/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



Fonte: Autora.

Figura C. 22: Amostra 3.1 após secagem (08/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



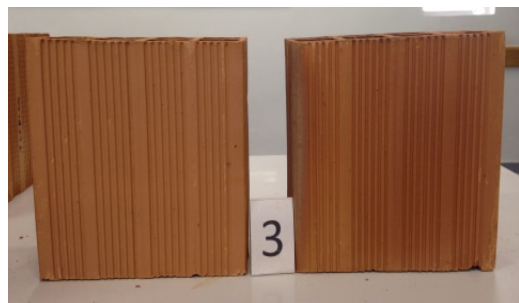
Fonte: Autora.

Figura C. 23: Amostra 3.2 após secagem (08/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



Fonte: Autora.

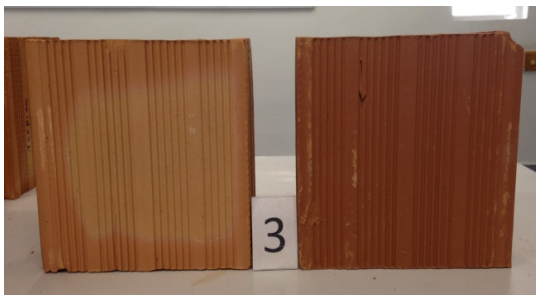
Figura C. 24: Amostra 3.2 após secagem (08/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



Fonte: Autora.

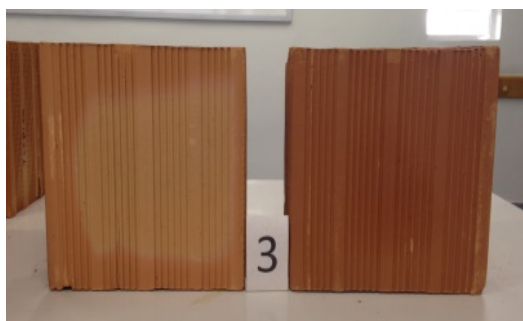


Figura C. 25: Amostra 3.3 após secagem (08/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



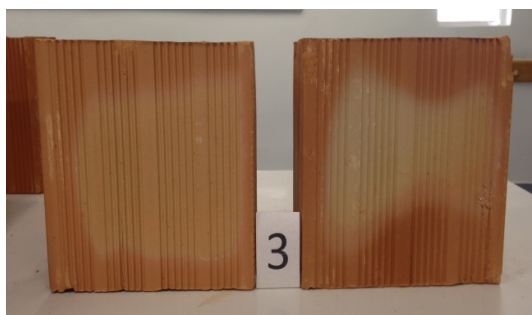
Fonte: Autora.

Figura C. 26: Amostra 3.3 após secagem (08/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



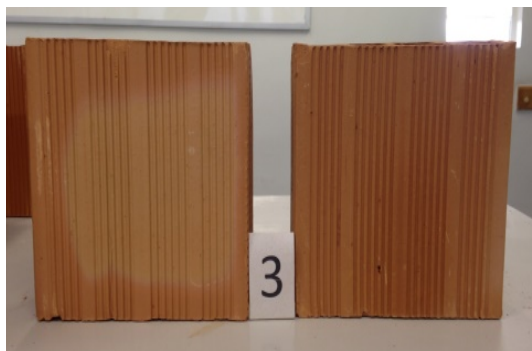
Fonte: Autora.

Figura C. 27: Amostra 3.4 após secagem (08/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



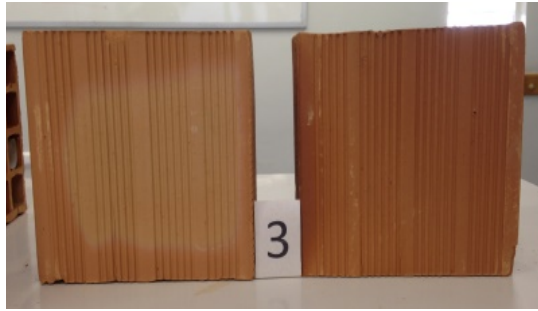
Fonte: Autora.

Figura C. 28: Amostra 3.4 após secagem (08/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



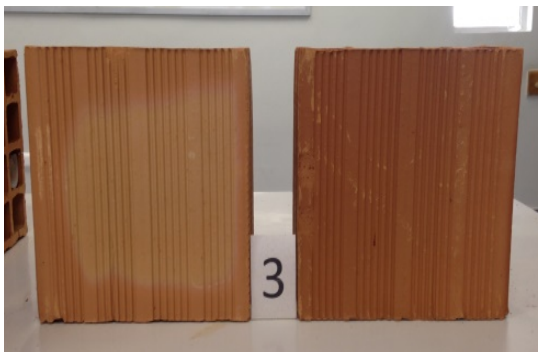
Fonte: Autora.

Figura C. 29: Amostra 3.5 após secagem (08/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



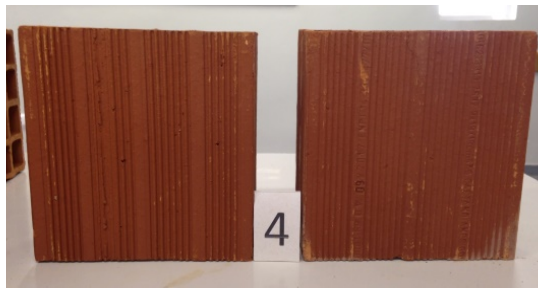
Fonte: Autora.

Figura C. 30: Amostra 3.5 após secagem (08/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



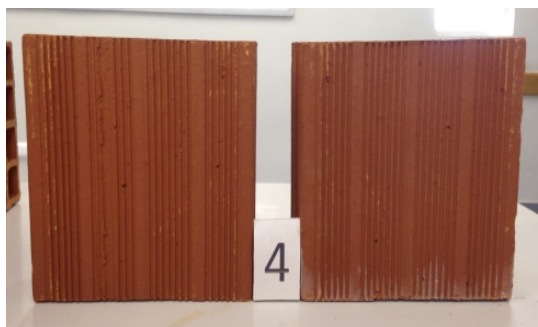
Fonte: Autora.

Figura C. 31: Amostra 4.1 após secagem (08/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



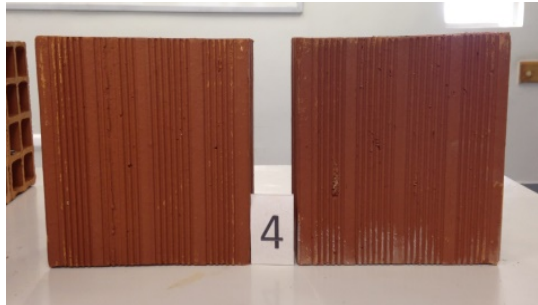
Fonte: Autora.

Figura C. 32: Amostra 4.1 após secagem (08/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



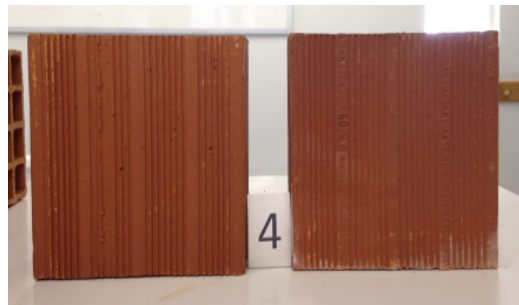
Fonte: Autora.

Figura C. 33: Amostra 4.2 após secagem (08/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



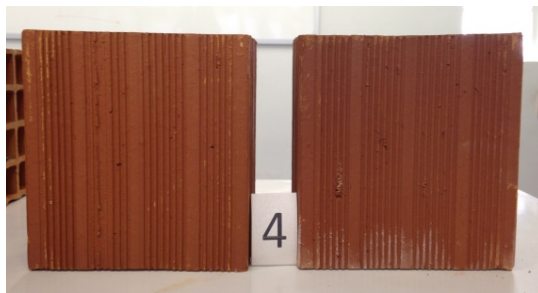
Fonte: Autora.

Figura C. 34: Amostra 4.2 após secagem (08/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



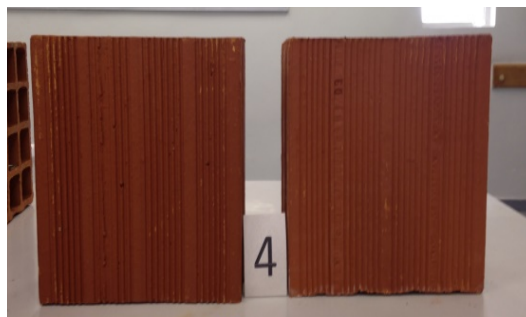
Fonte: Autora.

Figura C. 35: Amostra 4.3 após secagem (08/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



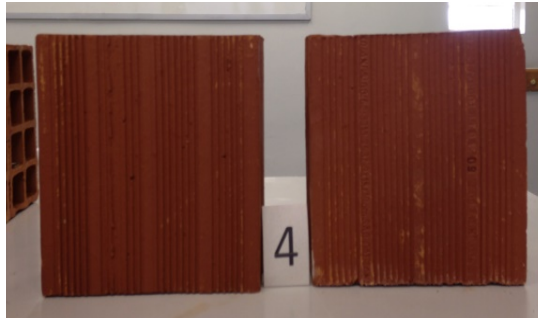
Fonte: Autora.

Figura C. 36: Amostra 4.3 após secagem (08/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



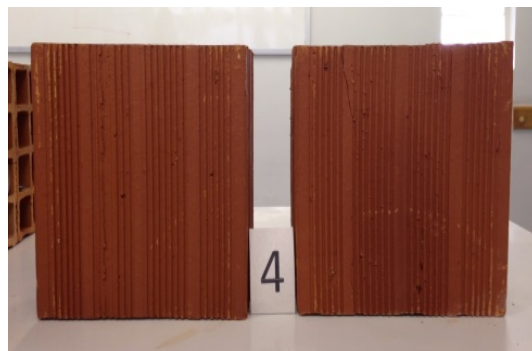
Fonte: Autora.

Figura C. 37: Amostra 4.4 após secagem (08/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



Fonte: Autora.

Figura C. 38: Amostra 4.4 após secagem (08/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



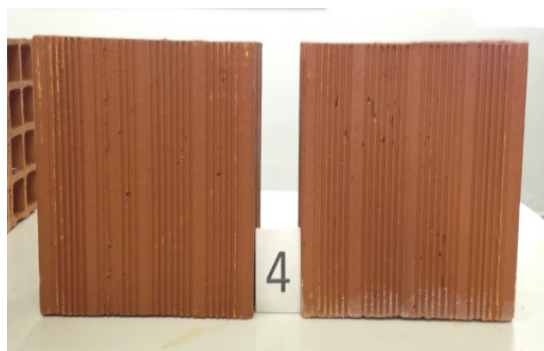
Fonte: Autora.

Figura C. 39: Amostra 4.5 após secagem (08/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



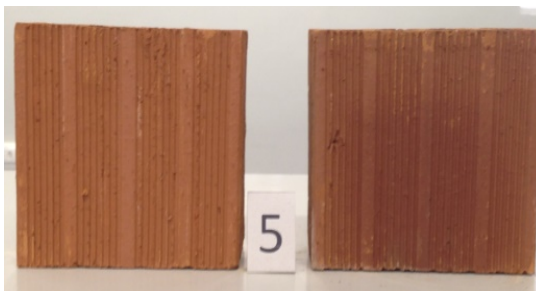
Fonte: Autora.

Figura C. 40: Amostra 4.5 após secagem (08/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



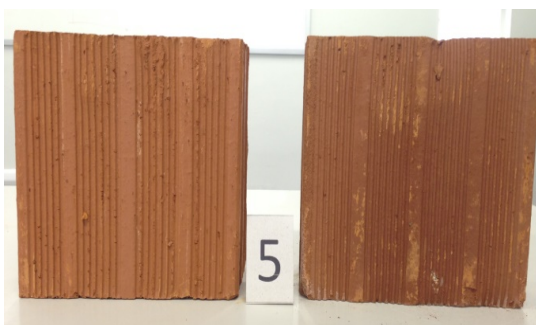
Fonte: Autora.

Figura C. 41: Amostra 5.1 após secagem (10/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



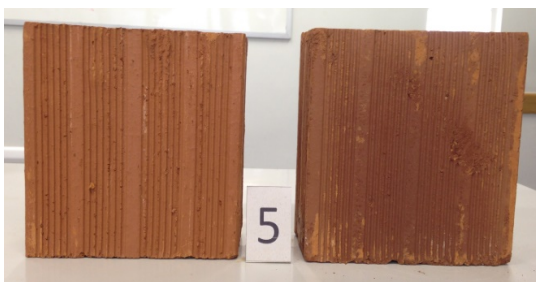
Fonte: Autora.

Figura C. 42: Amostra 5.1 após secagem (10/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



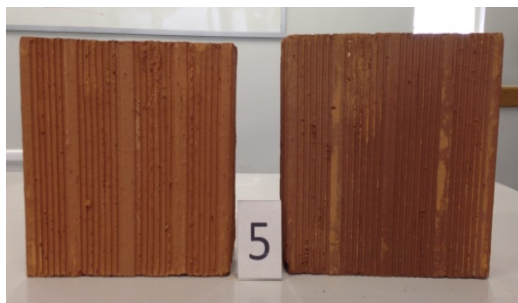
Fonte: Autora.

Figura C. 43: Amostra 5.2 após secagem (10/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



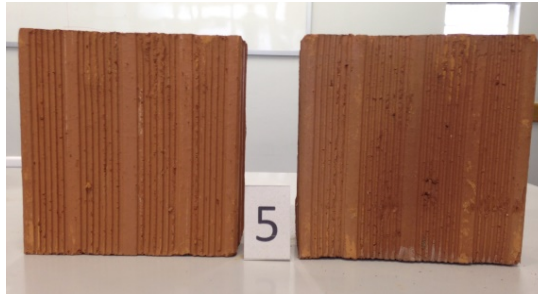
Fonte: Autora.

Figura C. 44: Amostra 5.2 após secagem (10/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



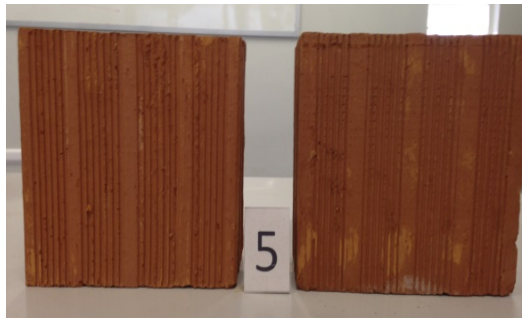
Fonte: Autora.

Figura C. 45: Amostra 5.3 após secagem (10/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



Fonte: Autora.

Figura C. 46: Amostra 5.3 após secagem (10/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



Fonte: Autora.

Figura C. 47: Amostra 5.4 após secagem (10/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



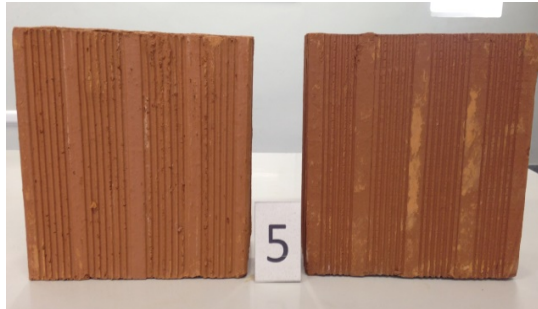
Fonte: Autora.

Figura C. 48: Amostra 5.4 após secagem (10/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



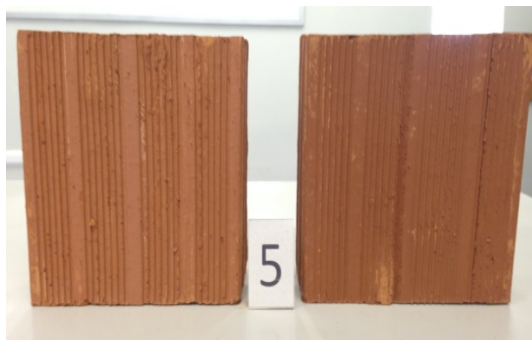
Fonte: Autora.

Figura C. 49: Amostra 5.5 após secagem (10/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



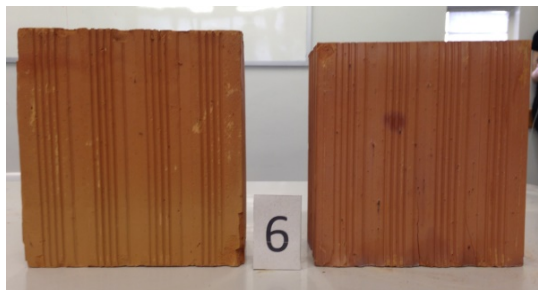
Fonte: Autora.

Figura C. 50: Amostra 5.5 após secagem (10/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



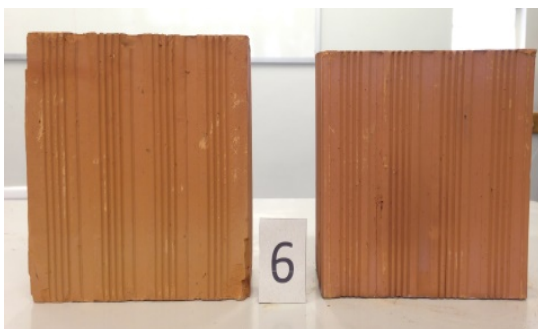
Fonte: Autora.

Figura C. 51: Amostra 6.1 após secagem (10/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



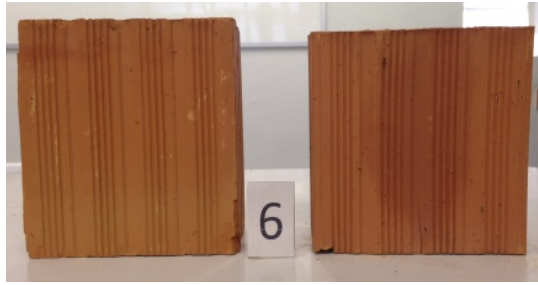
Fonte: Autora.

Figura C. 52: Amostra 6.1 após secagem (10/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



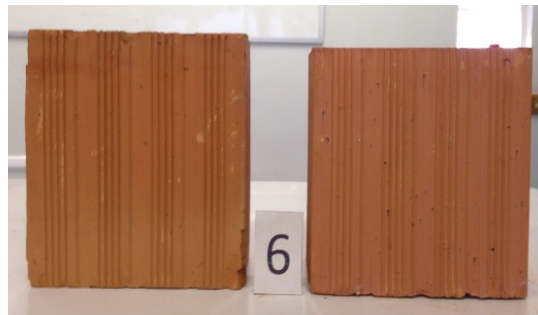
Fonte: Autora.

Figura C. 53: Amostra 6.2 após secagem (10/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



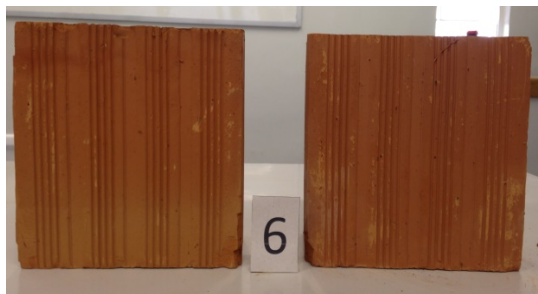
Fonte: Autora.

Figura C. 54: Amostra 6.2 após secagem (10/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



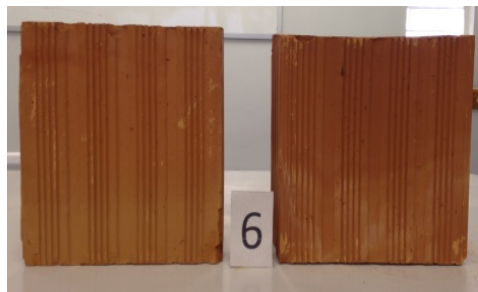
Fonte: Autora.

Figura C. 55: Amostra 6.3 após secagem (10/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



Fonte: Autora.

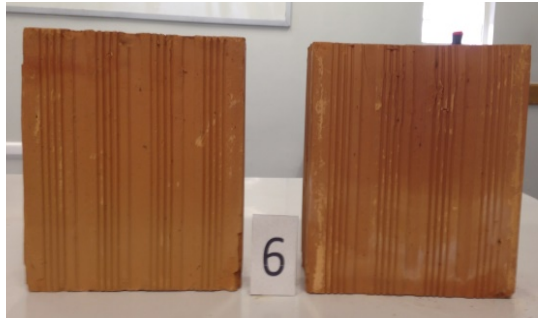
Figura C. 56: Amostra 6.3 após secagem (10/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



Fonte: Autora.



Figura C. 57: Amostra 6.4 após secagem (10/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



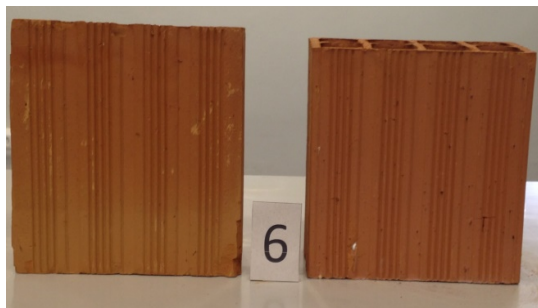
Fonte: Autora.

Figura C. 58: Amostra 6.4 após secagem (10/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



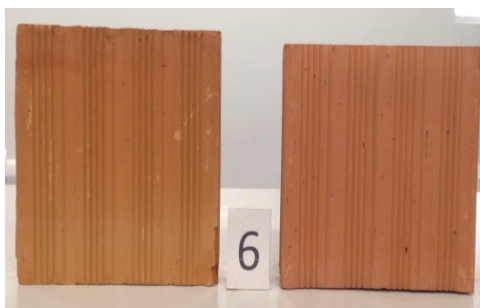
Fonte: Autora.

Figura C. 59: Amostra 6.5 após secagem (10/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



Fonte: Autora.

Figura C. 60: Amostra 6.5 após secagem (10/11/2017) - bloco normal (esq.) x testado (dir.).



Fonte: Autora.