



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

IZAQUE NATANAEL DANTAS

**INFLUÊNCIA DE UM TENSOATIVO NO ISOLAMENTO ACÚSTICO DE
ARGAMASSAS LEVES**

ANGICOS

2025

IZAQUE NATANAEL DANTAS

**INFLUÊNCIA DE UM TENSOATIVO NO ISOLAMENTO ACÚSTICO DE
ARGAMASSAS LEVES**

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

Orientador: Prof. Dr. Kleber Cavalcanti Cabral

ANGICOS

2025

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

D192 Dantas, Izaque Natanael.
 Influência de um tensoativo no isolamento
 acústico de argamassas leves / Izaque Natanael
 Dantas. - 2025.
 39 f. : il.

 Orientador: Kleber Cavalcanti Cabral.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
 2025.

 1. Argamassa leve. 2. Tensoativo. 3.
 Isolamento acústico. 4. Porosidade. 5. Construção
 civil. I. Cabral, Kleber Cavalcanti, orient. II.
 Título.

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

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

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

IZAQUE NATANAEL DANTAS

**ARGAMASSA LEVE PARA ISOLAMENTO ACÚSTICO COM USO DE UM
TENSOATIVO**

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

Defendida em: 16 / 12 / 2025.

BANCA EXAMINADORA

Kleber Cavalcanti Cabral, Prof. Dr.
Presidente

Luis Henrique Goncalves Costa, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

Arthur Gomes Dantas De Araujo, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Sou imensamente grato a Deus por Sua constante provisão em minha vida, concedendo-me saúde e força para perseguir meus sonhos e planos. Seu amor e presença transformaram completamente a minha vida, e sou grato por Sua graça inesgotável, mesmo quando não a mereço. Agradeço também pela Sua orientação e direção, sempre presente em momentos difíceis e incertos. Sua paz e sabedoria me sustentam e me guiam em todas as áreas da minha vida. Que eu possa continuar a honrá-Lo e a servi-Lo todos os dias da minha vida, reconhecendo Sua bondade e fidelidade em tudo o que faço. Que meu coração esteja sempre grato e minha fé sempre forte, para que eu possa ser um instrumento de amor e esperança neste mundo.

Sou profundamente grato aos meus pais, que sempre estiveram ao meu lado, motivando-me e aconselhando-me em cada uma das minhas escolhas e decisões. Sua presença amorosa e seu compromisso com a minha educação me proporcionaram uma base sólida para crescer e desenvolver-me em todas as áreas da vida. Sinto-me especialmente grato pela paciência e pela dedicação que me demonstraram, não só durante os meus estudos, mas também em todos os momentos da minha vida. Seu amor incondicional e sua orientação sempre estiveram presentes, ajudando-me a enfrentar os desafios e a superar os obstáculos que surgiram em meu caminho. Que eu possa honrar o legado que eles me deixaram, sempre lembrando-me dos valores e ensinamentos que me transmitiram. Que eu possa ser um bom filho e retribuir todo o amor e cuidado que recebi deles, dando continuidade a essa tradição de amor e compromisso com a família.

Não posso deixar de expressar minha profunda gratidão à minha avó Aurenir, que sempre me aconselhou e encorajou a ser uma pessoa melhor. Seus sábios conselhos e sua sabedoria foram uma fonte constante de inspiração para mim, e sou muito grato pela sua presença amorosa em minha vida. Também sou grato ao meu tio Adriano, que me incentivou a estudar e a buscar minha formação. Seu compromisso com a minha educação foi fundamental para o meu sucesso acadêmico, e sua influência positiva em minha vida tem sido inestimável. Não posso esquecer do meu falecido avô, que sempre me ajudou financeiramente, seja na compra de materiais escolares, passagens de ônibus ou até mesmo lanches. Sua generosidade e cuidado para comigo foram um grande exemplo de amor e

solidariedade, e sempre lembrarei com carinho das vezes em que ele me ajudou. Que eu também possa honrar o legado desses grandes exemplos em minha vida, e retribuir a eles toda a gratidão e respeito que merecem. Que eu possa ser uma pessoa melhor a cada dia, inspirado por sua influência positiva em minha vida.

Querido Kleber, gostaria de expressar minha gratidão por todo o apoio e orientação que você me ofereceu durante este período de trabalho. Sua dedicação e comprometimento em me ajudar a alcançar meus objetivos acadêmicos foram inestimáveis. Suas críticas construtivas e sugestões sempre me ajudaram a melhorar e aprimorar minhas ideias e projetos. Não tenho palavras para agradecer todo o conhecimento que você compartilhou comigo e a paciência que teve ao me guiar durante todo esse processo. Sem a sua orientação, não teria conseguido chegar tão longe. Mais uma vez, muito obrigado pelo seu tempo e esforço em me ajudar a ter sucesso. Tenho a sorte de tê-lo como meu orientador.

Prezados membros da banca examinadora, gostaria de expressar minha sincera gratidão por terem dedicado seu tempo e esforço para avaliar minha monografia. Sei que cada um de vocês tem suas próprias responsabilidades e compromissos, e aprecio muito o fato de terem se disponibilizado para fazer parte desta banca examinadora. Sou muito grato pelos comentários, sugestões e críticas construtivas que vocês fizeram durante a defesa. Seus insights e opiniões foram inestimáveis para mim e me ajudaram a refinar e aprimorar meu trabalho. Agradeço também pela forma respeitosa e profissional com que conduziram a avaliação.

Por fim, expresso minha profunda gratidão a todos os meus amigos e colegas que caminharam ao meu lado ao longo desta jornada. Agradeço pelos momentos de estudo compartilhados, pelo apoio mútuo e pela valiosa troca de conhecimentos e experiências, que contribuíram significativamente para o meu crescimento acadêmico e pessoal. Cada incentivo, conversa e colaboração foi essencial para que eu chegasse até aqui.

Eu aprendi qual é o valor que eu sonho alcançar
Eu entendi que o caminho pedras terá
Eu vi em campo aberto se erguer construção
E foi com muitas pedras, e foi com muitas mãos
Eu vi o meu limite vir diante de mim
Eu enfrentei batalhas que eu não venci
Mas o troféu não é de quem não fracassou
Eu tive muitas quedas, mas não fiquei no chão
E ao olhar pra trás, tudo que passou
Venho agradecer quem comigo estava
Ergo minhas mãos pra reconhecer
E hoje eu sou quem eu sou
Pois Sua mão me acompanhava
Mas eu sei, não é o fim, é só o começo da jornada
Eu abro o meu coração pra minha nova história.

Pedro Valença

RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise do comportamento físico e acústico de argamassas leves produzidas com a incorporação de um tensoativo desenvolvido para essa finalidade. O estudo foi motivado pela busca por materiais construtivos mais eficientes, leves e capazes de contribuir para o conforto ambiental das edificações. Foram elaborados três traços de argamassa com diferentes porcentagens de tensoativo (0,5%, 1,0% e 1,5%), submetidos a ensaios de consistência, desempenho acústico e caracterização física, conforme normas técnicas da ABNT. Os resultados evidenciaram que o aumento do teor de tensoativo proporcionou maior índice de vazios e maior porosidade, resultando em redução da densidade das amostras. O comportamento acústico também foi positivamente influenciado, com incremento progressivo no isolamento sonoro: 33,5 dB (0,5%), 35,3 dB (1,0%) e 38,5 dB (1,5%). Constatou-se que a presença do tensoativo favoreceu a formação de microestruturas mais porosas, contribuindo para o desempenho acústico sem impactar significativamente a trabalhabilidade da mistura. Assim, os resultados demonstram o potencial técnico da incorporação de tensoativos na produção de argamassas leves, destacando sua viabilidade como alternativa eficiente para aplicações que demandam redução de peso próprio e melhoria do conforto acústico.

Palavras-chave: Argamassa leve; Tensoativo; Isolamento acústico; Porosidade; Construção civil.

ABSTRACT

This work presents an analysis of the physical and acoustic behavior of lightweight mortars produced with the incorporation of a surfactant developed for this purpose. The study was motivated by the search for more efficient, lightweight building materials capable of contributing to the environmental comfort of buildings. Three mortar mixes with different percentages of surfactant (0.5%, 1.0%, and 1.5%) were prepared and subjected to consistency, acoustic performance, and physical characterization tests, according to ABNT technical standards. The results showed that increasing the surfactant content led to a higher void index and greater porosity, resulting in a reduction in the density of the samples. The acoustic behavior was also positively influenced, with a progressive increase in sound insulation: 33.5 dB (0.5%), 35.3 dB (1.0%), and 38.5 dB (1.5%). It was found that the presence of the surfactant favored the formation of more porous microstructures, contributing to acoustic performance without significantly impacting the workability of the mixture. Thus, the results demonstrate the technical potential of incorporating surfactants in the production of lightweight mortars, highlighting their viability as an efficient alternative for applications that require weight reduction and improved acoustic comfort.

Keywords: Lightweight mortar; Surfactant; Acoustic insulation; Porosity; Civil construction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Placas para teste acústico	29
Figura 2	–	Corpos de prova para índice de vazios	30
Figura 3	–	Isolamento acústico do traço com 0,5% de tensoativo	33
Figura 4	–	Isolamento acústico do traço com 1,0% de tensoativo	33
Figura 5	–	Isolamento acústico do traço com 1,5% de tensoativo	34
Figura 6	–	Comparação do isolamento médio entre os traços	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Teste de Consistência	29
Tabela 2	–	Dados dos corpos de prova.....	30
Tabela 3	–	Índice de vazios das amostras de argamassa	35
Tabela 4	–	Densidade e porosidade das argamassas	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Prof.	Professor
Dr	Doutor
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
dB	Decibéis
MPa	Mega Pascal
EPS	Poliestireno Expandido
Rw	Índice de Redução Sonora Ponderado
pH	Potencial Hidrogeniônico
e	Índice de Vazios
D	Densidade
P	Peso

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Objetivos	16
1.1.1 Objetivos Geral	16
1.1.2 Objetivos Específicos	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 Argamassas na construção civil	17
2.1.1 Conceito e composição da argamassa tradicional	17
2.1.2 Propriedades físicas e mecânicas da argamassa convencional	17
2.2 Argamassa leve	18
2.2.1 Definição e características da argamassa leve	18
2.2.2 Comparação entre argamassa convencional e argamassa leve	18
2.2.3 Vantagens e limitações do uso de argamassa leve	19
2.3 Isolamento acústico em edificações	19
2.3.1 Conforto acústico: conceitos e normas técnicas	19
2.4 Tensoativos na composição de argamassas	20
2.4.1 Definição de tensoativos e classificação (aniônicos, catiônicos, não iônicos e anfóteros)	20
2.4.2 Mecanismo de ação dos tensoativos em misturas cimentícias	21
2.4.3 Influência dos tensoativos na densidade e porosidade da argamassa	22
2.4.4 Efeito na trabalhabilidade e retenção de água	22
2.5 Propriedades da argamassa leve com tensoativo	23
2.5.1 Densidade aparente e massa específica	23
2.5.2 Porosidade e estrutura de vazios	24
2.5.3 Absorção acústica	25
2.5.4 Resistência à compressão e durabilidade	26
3 MATERIAIS E METODOS	28
3.1 Materiais	28
3.2 Métodos	29
4 RESULTADOS	32
4.1 Resultado do teste de consistência	32
4.2 Desempenho acústico das placas	32

4.3 Índice de vazios da argamassa.....	35
4.4 Densidade e porosidade da argamassa.....	36
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

A construção civil vem passando por avanços significativos em busca de materiais mais eficientes, econômicos e sustentáveis. Entre esses materiais, as argamassas ocupam papel fundamental, sendo amplamente utilizadas em revestimentos, assentamentos e manutenção de estruturas. A necessidade de aprimorar suas propriedades físicas, mecânicas e funcionais tem impulsionado pesquisas voltadas à incorporação de aditivos e ao desenvolvimento de argamassas leves, capazes de reduzir o peso próprio das edificações e melhorar o desempenho térmico e acústico.

Nesse contexto, a utilização de tensoativos surge como uma alternativa promissora, uma vez que esses compostos têm capacidade de modificar a tensão superficial da água de amassamento, influenciando diretamente a trabalhabilidade, a retenção de água e a incorporação de microbolhas de ar na mistura. Tais efeitos podem resultar em uma estrutura interna mais porosa, contribuindo para a redução da densidade e para melhorias no comportamento acústico e térmico das argamassas.

Além disso, o conforto acústico tornou-se um fator determinante na qualidade de ambientes internos, principalmente em áreas urbanas. A seleção adequada de materiais e técnicas construtivas desempenha papel central na obtenção de níveis satisfatórios de isolamento sonoro, conforme estabelecido por normas como a NBR 15575 (ABNT, 2013) e a NBR 10152 (ABNT, 2017).

Diante dessa realidade, este trabalho tem como objetivo analisar o desempenho mecânico e acústico de argamassas leves produzidas com diferentes teores de tensoativo. Para isso, foram realizados ensaios de consistência, testes acústicos e análises físico-mecânicas, incluindo índice de vazios, densidade e porosidade, seguindo normas técnicas da ABNT. Ao relacionar os efeitos do tensoativo às propriedades da argamassa, busca-se compreender sua viabilidade técnica e seu potencial de aplicação na construção civil.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivos Geral

Analisar o desempenho acústico de argamassas com o uso de um tensoativo incorporador de ar.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar os materiais utilizados na formulação da argamassa leve, com ênfase na incorporação do tensoativo desenvolvido;
- Avaliar as propriedades físicas das argamassas com o tensoativo, relacionando-as ao seu desempenho acústico;
- Avaliar a viabilidade técnica do uso do tensoativo na produção de argamassas leves.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

As argamassas tem um grande papel na construção civil, sendo amplamente utilizadas em revestimentos, e assentamentos e reparos das estruturas. O avanço nas pesquisas sobre o desenvolvimento de suas propriedades físicas, térmicas e acústicas tem sido estimulado pela necessidade de desenvolver materiais mais sustentáveis, eficientes e econômicos. Nessa situação, a incorporação de aditivos e substituições parciais de agregados característicos por materiais alternativos vem se revelando como uma estratégia promissora.

2.1 Argamassas na construção civil

2.1.1 Conceito e composição da argamassa tradicional

De acordo com a NBR 13281-2 (ABNT, 2023) as argamassas são uma mistura homogênea de um ou mais materiais como o aglomerante (cimento ou cal), aglomerado miúdo (areia fina, média ou grossa), água e outros tipos de aditivos.

De acordo com Bauer (2011), a argamassa tem como função unir elementos de alvenaria, regularizar superfícies e proteger as construções contra agentes externos.

2.1.2 Propriedades físicas e mecânicas da argamassa convencional

A argamassa convencional mostra características físicas e mecânicas que determinam sua atuação em assentamentos e revestimentos. Entre as propriedades físicas, destaca-se a densidade, que geralmente varia entre 1.600 e 2.000 kg/m³, dependendo da proporção de cimento, cal, areia e água na mistura (Bauer, 2011; Neville, 2016).

A porosidade e a absorção de água inspiram diretamente a capilaridade e a retenção da água na argamassa, sendo que misturas com o maior teor de cal apresentam melhor qualidade de absorção e menor tendência à fissuração (Neville, 2016). Outro aspecto significativo é a trabalhabilidade, que se refere à facilidade de aplicação e moldagem da argamassa sem segregação, sendo influenciada pela granulometria da areia, quantidade de água e presença de cal (Bauer, 2011). A retração, ou redução de volume durante a cura e secagem, é um fator crítico para evitar fissuras superficiais; a presença de cal ajuda a reduzir a retração devido à maior plasticidade da mistura (ABNT NBR 13281, 2005).

No que se refere às propriedades mecânicas, a resistência à compressão da argamassa convencional varia entre 2 e 5 MPa para assentamento e entre 1 e 3 MPa para revestimento (Bauer, 2011; ABNT NBR 13281, 2005). A resistência à tração e à flexão, normalmente cerca de 10 a 15% da resistência à compressão, é importante para prevenir fissuras superficiais (Neville, 2016). A durabilidade, relacionada à resistência a intempéries, abrasão e ataque químico, é superior em argamassas com cal devido à maior plasticidade e capacidade de autocalcificação de pequenas fissuras (Helene & Terzian, 1992; Bauer, 2011). Por fim, a aderência, ou capacidade da argamassa de unir-se ao substrato, é essencial para o bom desempenho em assentamentos e revestimentos (ABNT NBR 13281, 2005).

2.2 Argamassa leve

2.2.1 Definição e características da argamassa leve

A argamassa leve é definida como um tipo de argamassa cuja densidade é reduzida por meio da substituição parcial ou total do agregado miúdo natural (areia) por agregados leves ou pela introdução de ar incorporado na mistura. De acordo com a NBR 13281 (ABNT, 2005), as argamassas leves são materiais de consistência plástica obtidos pela mistura homogênea de aglomerantes, agregados miúdos leves e água, podendo conter aditivos ou adições minerais, e têm como principal característica a redução da massa específica aparente.

Segundo Bauer (2011), as argamassas leves têm como principal finalidade diminuir o peso próprio dos revestimentos e melhorarem o desempenho térmico e acústico das edificações, mantendo resistência suficiente para aplicação em alvenarias e tetos. Essa redução de densidade é obtida pela utilização de agregados alternativos, como perlita, vermiculita, argila expandida, isopor (EPS) ou cinzas volantes, que conferem menor massa específica ao material (Neville, 2016).

2.2.2 Comparação entre argamassa convencional e argamassa leve

A argamassa convencional e a argamassa leve diferem principalmente em relação à densidade, resistência mecânica, desempenho térmico e aplicação. Enquanto a argamassa convencional utiliza areia natural como agregado miúdo, resultando em um material mais denso e resistente, a argamassa leve emprega agregados alternativos de baixa densidade

(como vermiculita, perlita, argila expandida ou poliestireno expandido — EPS), o que reduz significativamente seu peso específico (Bauer, 2011; Neville, 2016).

2.2.3 Vantagens e limitações do uso de argamassa leve

A argamassa leve apresenta uma série de vantagens em relação às argamassas convencionais, especialmente no que se refere à redução de peso próprio, eficiência térmica e acústica, além de aspectos ligados à sustentabilidade e à facilidade de aplicação. No entanto, também possui limitações que devem ser consideradas no projeto e na execução.

Entre as principais vantagens, destaca-se a redução da densidade aparente, que pode atingir valores inferiores a 1.400 kg/m^3 , diminuindo significativamente o peso próprio das estruturas (Bauer, 2011; ABNT NBR 13281, 2005). Essa característica permite alívio das cargas sobre lajes, paredes e fundações, o que é especialmente benéfico em edificações de múltiplos pavimentos e em obras de reabilitação estrutural.

2.3 Isolamento acústico em edificações

2.3.1 Conforto acústico: conceitos e normas técnicas

O conforto acústico é um dos principais requisitos de qualidade ambiental em edificações, estando relacionado à capacidade do ambiente de proporcionar condições adequadas de audição e privacidade sonora. De acordo com Bistafa (2011), o conforto acústico pode ser definido como o estado em que os níveis de ruído e reverberação são compatíveis com o uso do espaço, não causando desconforto, estresse ou prejuízo à comunicação e ao descanso dos ocupantes.

A acústica arquitetônica estuda o comportamento do som nos ambientes construídos, considerando tanto a transmissão de ruídos entre diferentes compartimentos, quanto o controle da reflexão sonora interna. Segundo Mehta, Monteiro e Pereira (2014), os ruídos em edificações podem ser classificados como ruídos aéreos, transmitidos pelo ar (como vozes e sons de aparelhos eletrônicos), e ruídos de impacto, resultantes de vibrações estruturais (como passos e batidas).

O desempenho acústico de uma edificação depende das propriedades dos materiais construtivos, da espessura e densidade das paredes e do uso de materiais de absorção sonora nos revestimentos. Materiais porosos, como argamassas leves, blocos de concreto celular e

revestimentos com agregados leves, apresentam melhor absorção sonora em comparação com materiais mais densos (Lamberts, Dutra e Pereira, 2014).

No Brasil, as normas técnicas que regulamentam o conforto acústico em edificações são a NBR 15575 (ABNT, 2013), que estabelece critérios mínimos de isolamento sonoro entre ambientes internos e externos em edificações habitacionais, e a NBR 10152 (ABNT 2017), que define os níveis de pressão sonora recomendados para diferentes tipos de ambientes, como salas de aula, escritórios e dormitórios.

Conforme a NBR 15575-4 (ABNT, 2013), as paredes de vedação devem garantir um Índice de Redução Sonora Ponderado (R_w) adequado, de forma a impedir a transmissão de ruídos indesejáveis entre unidades habitacionais. Já a NBR 10152 (ABNT, 2017) recomenda níveis máximos de ruído interno entre 30 e 50 dB(A), dependendo da função do ambiente.

Dessa forma, o conforto acústico é um parâmetro essencial de desempenho e habitabilidade, sendo alcançado por meio da escolha adequada dos materiais, técnicas construtivas e controle das fontes de ruído, contribuindo diretamente para a qualidade de vida e o bem-estar dos usuários.

2.4 Tensoativos na composição de argamassas

2.4.1 Definição de tensoativos e classificação (aniônicos, catiônicos, não iônicos e anfóteros)

Os tensoativos, também conhecidos como surfactantes, são compostos orgânicos que possuem a capacidade de reduzir a tensão superficial entre duas fases, como sólido-líquido, líquido-líquido ou líquido-gás. Essa propriedade é resultante de sua estrutura molecular anfífilica, composta por uma parte hidrofílica (afinidade com a água) e uma parte hidrofóbica (afinidade com substâncias apolares) (Rosen & Kunjappu, 2012).

De acordo com Myers (2005), os tensoativos são amplamente utilizados em diversos setores industriais — como detergentes, cosméticos, farmacêuticos e materiais de construção — devido à sua capacidade de modificar as propriedades interfaciais e melhorar a dispersão de partículas. No contexto da construção civil, especialmente em argamassas e concretos, os tensoativos atuam como aditivos incorporadores de ar, plastificantes ou agentes de dispersão, contribuindo para a melhoria da trabalhabilidade, redução da densidade e aumento da durabilidade (Collepari, 2001).

Os tensoativos podem ser classificados de acordo com a natureza elétrica da sua cabeça polar, formando quatro principais grupos: aniônicos, catiônicos, não iônicos e anfóteros (Rosen & Kunjappu, 2012).

- Tensoativos aniônicos: apresentam carga negativa na parte hidrofílica e são os mais utilizados em argamassas. Promovem boa estabilidade da espuma e dispersão das partículas sólidas, além de aumentarem a retenção de água e a trabalhabilidade da mistura. Exemplos incluem os sais de ácidos graxos (sabões) e alquil sulfatos (Myers, 2005).
- Tensoativos catiônicos: possuem carga positiva na parte hidrofílica e são comumente empregados em formulações bactericidas e antissépticas. Na construção civil, têm uso limitado devido à sua incompatibilidade com cargas negativas presentes em cimentos e agregados, podendo causar instabilidade na mistura (Rosen & Kunjappu, 2012).
- Tensoativos não iônicos: não apresentam carga elétrica em sua parte polar, sendo menos sensíveis à presença de sais e variações de pH. São utilizados como emulsificantes e estabilizantes, proporcionando uniformidade e controle reológico em sistemas cimentícios (Collepari, 2001).
- Tensoativos anfóteros: possuem simultaneamente grupos aniônicos e catiônicos na mesma molécula, podendo comportar-se de acordo com o pH do meio. São empregados em formulações especiais que exigem alto poder de estabilização e compatibilidade química (Myers, 2005).

2.4.2 Mecanismo de ação dos tensoativos em misturas cimentícias

Os tensoativos, também conhecidos como surfactantes, exercem papel fundamental nas misturas cimentícias, influenciando diretamente propriedades como trabalhabilidade, retenção de água, incorporação de ar e coesão. O mecanismo de ação dos tensoativos baseia-se na sua capacidade de reduzir a tensão superficial entre as fases líquida e sólida, promovendo uma melhor dispersão das partículas e estabilização das bolhas de ar (Mehta; Monteiro, 2014).

Essas moléculas são constituídas por uma parte hidrofílica (afinidade com a água) e uma parte hidrofóbica (repulsão à água). Em contato com o sistema cimento-água, os tensoativos se orientam na interface sólido-líquido, diminuindo a energia interfacial e favorecendo a molhabilidade das partículas de cimento. Esse processo resulta em uma melhor

distribuição das partículas e, conseqüentemente, melhora na fluidez da mistura sem necessidade de adição excessiva de água (Neville, 2011).

Além disso, os tensoativos podem atuar como agentes incorporadores de ar, formando microbolhas estáveis dentro da argamassa. Essas bolhas contribuem para a leveza do material e melhoram seu desempenho térmico e acústico, além de aumentarem a resistência ao ciclo de congelamento e degelo (Cincotto; John, 2000). Entretanto, é importante controlar a quantidade adicionada, pois o excesso pode reduzir a resistência mecânica do compósito.

Portanto, o mecanismo de ação dos tensoativos em misturas cimentícias está diretamente ligado à modificação da interface sólido-líquido, à incorporação de ar controlada e à melhoria das propriedades reológicas, o que os torna insumos importantes para o desenvolvimento de argamassas com desempenho técnico e ambiental aprimorado.

2.4.3 Influência dos tensoativos na densidade e porosidade da argamassa

A adição de tensoativos em argamassas exerce influência significativa sobre a densidade e a porosidade do material, afetando diretamente suas propriedades físicas e mecânicas. Por sua natureza anfifílica, os tensoativos reduzem a tensão superficial da água de amassamento, facilitando a incorporação e estabilização de microbolhas de ar durante o processo de mistura (Mehta; Monteiro, 2014).

Essa incorporação de ar resulta em uma diminuição da densidade aparente da argamassa endurecida, uma vez que as bolhas de ar ocupam volume sem adicionar massa ao sistema. Assim, argamassas com tensoativos apresentam menor peso específico e melhor desempenho térmico, devido à presença de vazios internos que reduzem a condutividade térmica (Neville, 2011).

Contudo, o aumento da porosidade também pode afetar a resistência mecânica, especialmente quando a quantidade de ar incorporado ultrapassa o limite ideal. Quando bem dosados, os tensoativos proporcionam uma distribuição uniforme e estável de microbolhas, o que reduz o risco de segregação e contribui para a leveza e coesão do material (Cincotto; John, 2000).

2.4.4 Efeito na trabalhabilidade e retenção de água

A introdução de tensoativos nas argamassas tem como principal efeito a modificação das propriedades reológicas da mistura, influenciando diretamente a trabalhabilidade e a

retenção de água. Devido à sua estrutura molecular composta por uma extremidade hidrofílica e outra hidrofóbica, os tensoativos reduzem a tensão superficial da água e melhoram a dispersão das partículas de cimento e agregados finos, resultando em uma mistura mais homogênea e fluida (Mehta; Monteiro, 2014).

Com a diminuição da tensão superficial, ocorre uma melhora na lubrificação interna da mistura, o que facilita o espalhamento e o adensamento da argamassa durante a aplicação, mesmo com menor teor de água (Neville, 2011). Essa característica é especialmente vantajosa em argamassas leves, onde se busca reduzir a densidade sem comprometer a consistência e a capacidade de aderência ao substrato.

Os tensoativos também aumentam a retenção de água, pois formam uma película que envolve as partículas cimentícias, dificultando a evaporação prematura e o escoamento do líquido de amassamento. Essa retenção é fundamental para garantir uma hidratação adequada do cimento, especialmente em aplicações sobre superfícies porosas, que tendem a absorver parte da água da mistura (Cincotto; John, 2000).

De acordo com Ferrari e De Grazia (2016), o aumento da retenção de água promovido pelos tensoativos resulta em uma redução do risco de fissuras por retração plástica, além de melhorar a adesão e o acabamento superficial. Entretanto, é importante controlar a dosagem, pois o excesso pode provocar segregação e diminuição da resistência mecânica final da argamassa.

2.5 Propriedades da argamassa leve com tensoativo

2.5.1 Densidade aparente e massa específica

A densidade aparente e a massa específica são propriedades fundamentais para a caracterização das argamassas, influenciando diretamente o seu desempenho mecânico, térmico e acústico. No caso das argamassas leves com adição de tensoativos, essas propriedades sofrem modificações significativas devido à ação dos agentes surfactantes que promovem a incorporação de ar e a formação de uma microestrutura mais porosa (Mehta; Monteiro, 2014).

A densidade aparente representa a relação entre a massa do material e o seu volume total, incluindo os vazios presentes na estrutura. Quando tensoativos são adicionados à mistura, ocorre a estabilização de microbolhas de ar, que reduzem a quantidade de massa sólida por unidade de volume, resultando em menor densidade e, consequentemente, em uma

argamassa mais leve (Cincotto; John, 2000). Essa redução é vantajosa em aplicações que exigem alívio de peso, como em revestimentos sobre substratos frágeis ou em elementos pré-fabricados.

Já a massa específica real — ou densidade dos sólidos — refere-se à relação entre a massa do material e o volume efetivo ocupado apenas pelos sólidos, desconsiderando os vazios. Essa propriedade é pouco alterada pela presença dos tensoativos, visto que depende da natureza mineral dos componentes (cimento, areia e adições minerais) e não da incorporação de ar (Neville, 2011).

Conforme Ferrari e De Grazia (2016), a redução da densidade aparente nas argamassas com tensoativos pode variar de 10% a 30% em relação às argamassas convencionais, dependendo da dosagem e do tipo de surfactante empregado. Essa variação impacta positivamente o desempenho térmico, uma vez que a presença de ar aprisionado dentro da matriz reduz a condutividade térmica do material.

Contudo, deve-se observar que a diminuição da densidade também pode afetar a resistência mecânica da argamassa. Assim, é essencial equilibrar o teor de tensoativo para alcançar uma densidade adequada sem comprometer a integridade estrutural e a durabilidade do revestimento.

2.5.2 Porosidade e estrutura de vazios

A porosidade e a estrutura de vazios são características determinantes no comportamento das argamassas, influenciando propriedades como absorção de água, resistência mecânica, isolamento térmico e acústico. Nas argamassas leves com adição de tensoativos, essas propriedades são profundamente modificadas em virtude da ação dos agentes surfactantes, que promovem a incorporação controlada de ar e alteram a microestrutura interna do material (Mehta; Monteiro, 2014).

A porosidade total corresponde ao volume de vazios existentes na argamassa em relação ao volume total do material. Quando tensoativos são adicionados, ocorre a formação e estabilização de microbolhas de ar durante o processo de mistura. Essas bolhas permanecem dispersas na matriz cimentícia após o endurecimento, originando uma estrutura mais porosa e heterogênea (Cincotto; John, 2000).

De acordo com Neville (2011), essa microestrutura porosa pode ser composta por dois tipos principais de vazios:

- Poros de ar incorporado, uniformes e esféricos, formados pela ação dos tensoativos, que melhoram a leveza e a trabalhabilidade da argamassa;
- Poros capilares, resultantes do excesso de água e da evaporação durante a cura, que tendem a prejudicar a resistência e a durabilidade.

A presença de tensoativos, quando bem dosada, favorece o aumento dos poros de ar incorporado e reduz a formação dos poros capilares, tornando a estrutura mais estável e homogênea. Isso se reflete em uma melhor coesão da mistura e em ganhos no desempenho térmico e acústico (Ferrari; De Grazia, 2016).

Entretanto, o controle da dosagem é essencial. Uma quantidade excessiva de tensoativo pode gerar poros interconectados, o que aumenta a permeabilidade e reduz a resistência mecânica do material. Por outro lado, uma dosagem equilibrada permite que os vazios sejam predominantemente fechados e uniformemente distribuídos, contribuindo para a leveza e o isolamento termoacústico da argamassa (Cincotto; John, 2000).

2.5.3 Absorção acústica

A absorção acústica é uma propriedade essencial em materiais de construção voltados ao conforto ambiental, pois determina a capacidade de um material em dissipar ou reduzir a reflexão das ondas sonoras. Nas argamassas leves com adição de tensoativos, essa característica é aprimorada em razão da estrutura porosa e da incorporação de ar promovida pelos surfactantes (Mehta; Monteiro, 2014).

Os tensoativos, ao reduzirem a tensão superficial da água e estabilizarem microbolhas de ar na mistura, formam uma matriz com poros fechados e abertos que alteram o comportamento acústico do material. Esses vazios internos funcionam como câmaras de dissipação sonora, absorvendo parte da energia das ondas sonoras e diminuindo sua reflexão na superfície da argamassa (Cincotto; John, 2000).

Segundo Neville (2011), o ar aprisionado no interior da argamassa possui baixa impedância acústica, o que faz com que as ondas sonoras percam energia ao atravessar o material. Essa perda ocorre por atrito interno e conversão de energia sonora em calor, fenômeno que é intensificado pela presença de microvazios bem distribuídos.

Ferrari e De Grazia (2016) destacam que o desempenho acústico das argamassas leves depende diretamente da distribuição e interconectividade dos poros. Poros pequenos e uniformemente distribuídos favorecem a absorção das frequências médias e altas, enquanto poros maiores podem ampliar a absorção em frequências baixas. Assim, a escolha adequada

do tipo e da dosagem do tensoativo permite ajustar o comportamento acústico do revestimento conforme a aplicação desejada.

Além disso, as argamassas leves com boa absorção acústica contribuem para a redução da reverberação em ambientes internos, melhorando o conforto sonoro e o desempenho de sistemas construtivos em edificações residenciais e institucionais. O uso desses materiais também favorece práticas sustentáveis, reduzindo a necessidade de revestimentos adicionais para controle do ruído (Mehta; Monteiro, 2014).

2.5.4 Resistência à compressão e durabilidade

A resistência à compressão é uma das propriedades mais relevantes das argamassas, pois está diretamente associada à sua capacidade de suportar cargas e manter a integridade estrutural dos elementos em que é aplicada. Nas argamassas leves com adição de tensoativos, essa propriedade sofre influência direta da formação de poros e da redução da densidade aparente provocadas pela ação desses agentes.

Os tensoativos atuam promovendo a incorporação de microbolhas de ar na mistura, o que resulta em uma microestrutura mais porosa e menos densa. Essa característica, embora benéfica para o isolamento térmico e acústico, tende a reduzir a resistência mecânica do material, especialmente quando há excesso de ar aprisionado (Mehta; Monteiro, 2014). De acordo com Neville (2011), a presença de vazios no interior da matriz cimentícia interrompe a continuidade da pasta endurecida, reduzindo a área efetiva de transmissão de tensões e, consequentemente, a capacidade de resistência à compressão.

Entretanto, essa diminuição pode ser controlada pela dosagem adequada do tensoativo e pelo equilíbrio entre a trabalhabilidade e a coesão da argamassa. Segundo Ferrari e De Grazia (2016), baixos teores de tensoativo melhoram a dispersão das partículas de cimento, favorecendo a hidratação e contribuindo para uma microestrutura mais uniforme, o que mitiga a perda de resistência.

Quanto à durabilidade, as argamassas leves com tensoativos apresentam comportamento variável. A presença de poros fechados pode reduzir a absorção capilar e a penetração de agentes agressivos, como íons cloreto e dióxido de carbono, aumentando a vida útil do revestimento (Cincotto; John, 2000). No entanto, quando os poros são interconectados ou excessivamente grandes, ocorre o efeito inverso, com aumento da permeabilidade e maior suscetibilidade à degradação por ciclos de umedecimento e secagem ou por ataque químico.

A durabilidade também depende da aderência entre a argamassa e o substrato. A ação estabilizadora dos tensoativos pode melhorar a coesão e reduzir a retração plástica, diminuindo o risco de fissuração superficial, o que contribui para a manutenção das propriedades mecânicas e da integridade ao longo do tempo (Neville, 2011).

3 MATERIAIS E METODOS

3.1 Materiais

Para a produção das argamassas utilizadas neste estudo, adotou-se o traço de 1:3 (cimento, areia) em volume, com a incorporação de um tensoativo aniônico de cadeia curta, composto por aproximadamente 12 átomos de carbono. O tensoativo foi obtido por meio de uma reação de saponificação, utilizando hidróxido de sódio em proporção estequiométrica 1:1, resultando em um agente surfactante capaz de reduzir a tensão superficial da água de amassamento e favorecer a incorporação de microbolhas de ar na mistura. O aditivo foi empregado nas proporções de 0,5%, 1,0% e 1,5% em relação à massa de cimento, enquanto a argamassa sem aditivo foi utilizada como referência para avaliar comparativamente os efeitos do tensoativo sobre as propriedades físicas, acústicas e microestruturais do material.

Foram empregados os seguintes materiais: cimento Portland composto CPII, areia média peneirada, água proveniente do abastecimento local e o tensoativo aniônico — utilizado como agente incorporador de ar e responsável pela modificação da tensão superficial da mistura. Além desses insumos principais, utilizaram-se utensílios e equipamentos laboratoriais necessários para a preparação das amostras e execução dos ensaios, dentre eles: vasilhas plásticas, bquer, espátula, colher, argamassadeira mecânica, mesa para teste de consistência (NBR 16541, ABNT, 2016), peneira de malha 4,75 mm, régua de 50 cm, formas para moldagem, balde, balança de precisão, calculadora científica, decibelímetro e aparato acústico desenvolvido para o ensaio de absorção sonora.

A escolha do tensoativo aniônico fundamentou-se na literatura técnica, que aponta sua eficiência em promover incorporação de ar e melhoria da trabalhabilidade, além de permitir analisar seu efeito sobre a porosidade e o desempenho acústico da argamassa. Sua utilização em diferentes teores possibilitou observar o comportamento do material em distintas condições de modificação química.

Antes da preparação das argamassas, realizou-se a caracterização granulométrica da areia, massa específica e unidade, seguindo as normas NBR 248 (ABNT, 2003), NBR NM 52 (ABNT, 2009) e NBR NM 45 (ABNT, 2006), assegurando a padronização do agregado miúdo utilizado nas misturas. Esses parâmetros foram essenciais para garantir a homogeneidade das produções e para permitir a comparação dos resultados entre os diferentes teores de tensoativo avaliados.

3.2 Métodos

Esses materiais foram usados para realizar dois experimentos, o primeiro foi o teste de consistência de acordo com o passo a passo da norma NBR 16541 (ABNT, 2016) para descobrir a quantidade de água necessária para cada porcentagem de tensoativo adotado para o traço determinado que foi de 1:3, foi adotado as seguintes porcentagens de tensoativo (0,5%; 1,0% e 1,5%), conforme mostrada na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados do teste de consistência

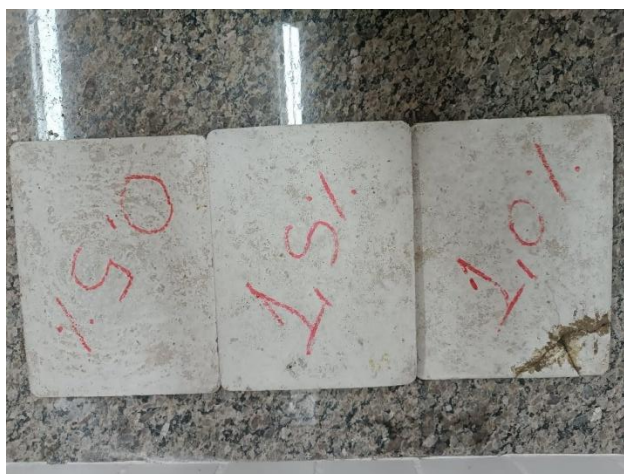
Teste	Tensoativo (%)	Água (g)
1	0,5	184,5
2	1,0	184
3	1,5	183,3

Fonte: Autor (2025)

Pode se observar que houve uma variação de em média 0,6 gramas de água para cada porcentagem de tensoativo.

Depois do teste de consistência e observar a quantidade de água para cada porcentagem de tensoativo foram feitas 3 placas retangulares que podem ser observadas na Figura 1, com as medidas de 20x26x2cm, essas placas foram usadas para o teste sonoro usando o aparato acústico para ver se o tensoativo melhoraria a qualidade acústica da argamassa.

Figura 1 – Placas para teste acústico



Fonte: Autor (2025)

Com as argamassas também foram feitos corpos de provas retangulares para realização do segundo experimente que foi a de verificar o índice de vazios na argamassa usada de acordo com a norma NBR 9778 (ABNT, 2005), pode ser visualizada na Figura 2.

Figura 2 – Corpos de prova para índice de vazios



Fonte: Autor (2025)

Esses corpos de provas ficaram por 8 dias imersos em água, então foram pesados em três formas (submersos, úmido e seco), depois das duas primeiras pesagens, eles foram colocados na estufa para secagem por 24h, depois foram resfriados e então pesados, os dados dos corpos de prova estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados dos corpos de prova

% Tensoativo	Corpo	P/ Submersa (g)	P/ Úmido (g)	P/ Seco (g)	Volume (cm ³)
0,5	1	234,1	474,2	438,4	215,84
0,5	2	231,7	472,2	435,4	210,16
0,5	3	216,1	434,9	402,3	205,72
1,0	1	192,0	396,1	361,6	188,48
1,0	2	204,5	422,2	385,0	197,60
1,0	3	193,3	399,3	367,1	186,96
1,5	1	194,7	402,0	367,9	188,48
1,5	2	186,4	392,8	358,8	186,96
1,5	3	204,7	433,3	396,9	206,72

Fonte: Autor (2025)

Com todos dos valore obtidos para cada grupo de porcentagem de tensoativo, foi realizado o cálculo pelo método laboratorial de acordo com a NBR 9778 (ABNT, 2005), para se encontrar o número de vazios. O cálculo é feito a partir da determinação da massa, usando a amostra saturada e a amostra seca, de acordo com a fórmula de cálculo dada pela norma.

Cálculo do índice de vazios:

$$e = \frac{m_{\text{sat}} - m_s}{m_{\text{sat}} - m_{\text{imerso}}}$$

Onde:

- e = índice de vazios (geralmente expresso como um valor decimal ou, multiplicado por 100, em porcentagem);
- m_{sat} = massa da amostra saturada em água;
- m_s = massa da amostra seca em estufa;
- m_{imerso} = massa da amostra imersa em água (massa submersa).

Esse método fundamenta-se no princípio de Arquimedes que determina o volume total da amostra e o volume dos sólidos.

Também foi realizado o cálculo da densidade da argamassa. Para essa determinação, utilizou-se a equação **D = massa seca / volume do corpo de prova**, conforme estabelecido pela NBR 13278 (ABNT, 2005), que trata dos procedimentos de caracterização da argamassa no estado endurecido.

Por fim, foi realizada a determinação da porosidade da argamassa. Esse procedimento seguiu a NBR 9778 (ABNT, 2005), que estabelece o método para avaliar a absorção de água, o índice de vazios e a massa específica de argamassas e concretos endurecidos, permitindo assim quantificar o volume de poros presentes no material.

4 RESULTADOS

Nesta seção são apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir dos ensaios realizados com as argamassas contendo diferentes porcentagens de tensoativo (0,5%, 1,0% e 1,5%). Os experimentos foram conduzidos conforme descrito em Materiais e Métodos e buscaram avaliar três aspectos principais: (i) comportamento de consistência, (ii) desempenho acústico das placas produzidas e (iii) propriedades físico-mecânicas dos corpos de prova, com foco no índice de vazios, porosidade e densidade das argamassas.

4.1 Resultado do teste de consistência

O primeiro experimento consistiu na determinação da quantidade de água necessária para atingir a consistência padronizada para cada teor de tensoativo utilizado, conforme método da NBR 16541 (ABNT, 2016). Os valores obtidos encontram-se na Tabela 1 (seção anterior) e evidenciam uma pequena variação da demanda de água conforme o aumento da porcentagem de tensoativo.

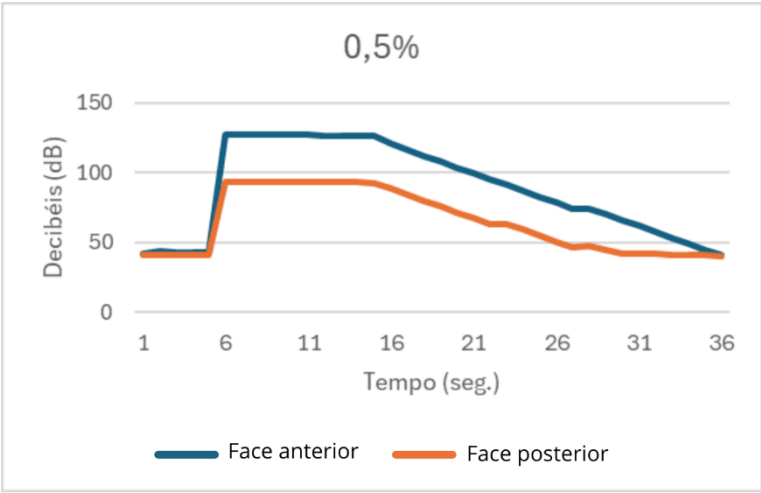
Observou-se que, mesmo com o acréscimo do aditivo, a consistência da argamassa manteve-se estável, havendo variação média de aproximadamente 0,6 g de água entre os diferentes teores avaliados. Esse comportamento indica que o tensoativo, nas proporções adotadas, não alterou de forma significativa a trabalhabilidade da mistura, permitindo manter o mesmo padrão de moldagem para as placas e corpos de prova subsequentes.

4.2 Desempenho acústico das placas

As medições acústicas realizadas nas placas de argamassa permitiram avaliar o comportamento de isolamento sonoro de cada traço contendo diferentes teores de tensoativo (0,5%, 1,0% e 1,5%). A análise foi conduzida comparando os valores de entrada e saída em decibéis (dB), possibilitando determinar o isolamento proporcionado pelo material ao longo do tempo. A Figura 3 apresenta a variação dos níveis de entrada e saída para o traço contendo 0,5% de tensoativo, permitindo visualizar o isolamento ao longo do tempo. Na Figura 4 são apresentados os resultados correspondentes ao traço de 1,0%. Já a Figura 5 mostra o comportamento acústico para o traço com 1,5%, evidenciando maior diferença entre os

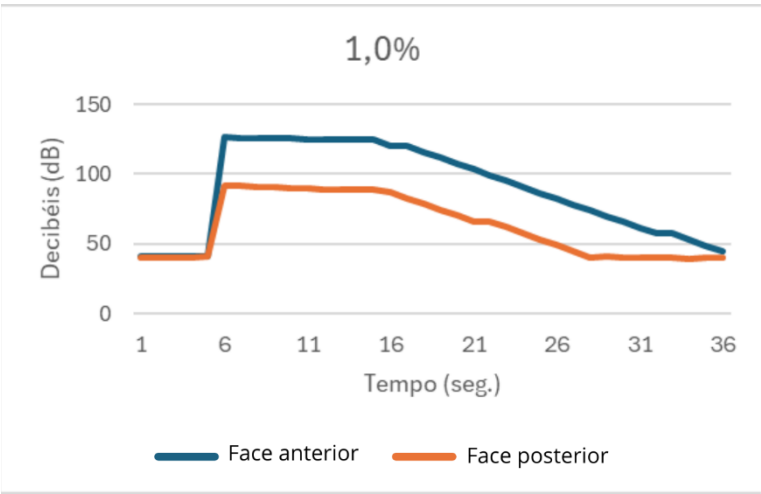
valores de entrada e saída. Por fim, a Figura 6 apresenta o comparativo dos isolamentos médios entre os três traços analisados.

Figura 3 – Isolamento acústico do traço com 0,5% de tensoativo



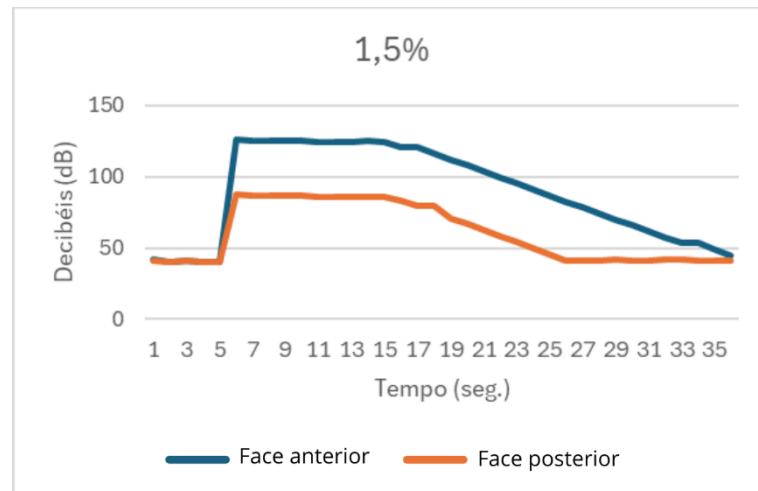
Fonte: Autor (2025)

Figura 4 – Isolamento acústico do traço com 1,0% de tensoativo



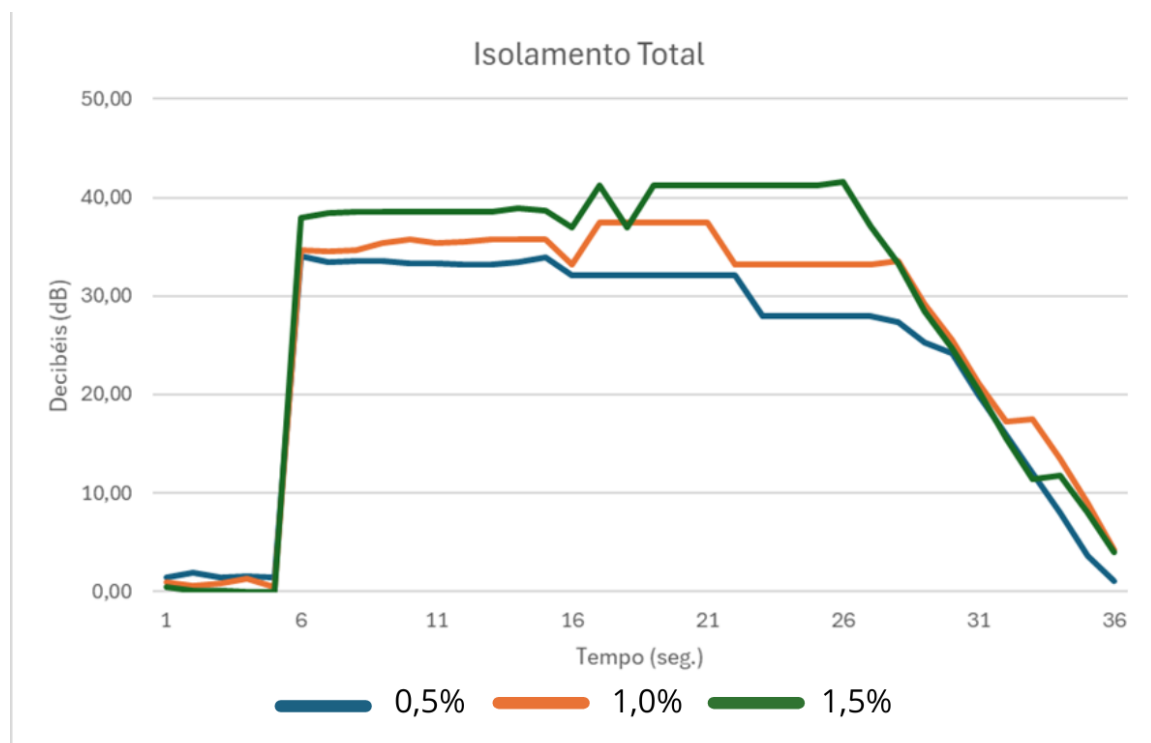
Fonte: Autor (2025)

Figura 5 – Isolamento acústico do traço com 1,5% de tensoativo



Fonte: Autor (2025)

Figura 6 – Comparação do isolamento médio entre os traços



Fonte: Autor (2025)

Considerando o intervalo entre as linhas 6 e 16 da planilha de resultados, onde os valores se mantêm estáveis e representativos do comportamento real das placas, foram calculadas as médias de isolamento para cada traço. Os resultados mostraram diferenças claras entre os teores de tensoativo.

A argamassa com 0,5% apresentou um isolamento médio de aproximadamente 33,5 dB. Para o teor de 1,0%, o isolamento médio foi de 35,3 dB, representando um aumento de 1,8 dB em relação ao traço inicial. Já o traço com 1,5% apresentou o maior isolamento acústico, com média de 38,5 dB, o que corresponde a um acréscimo de 3,2 dB em relação ao traço de 1,0% e 5,0 dB a mais quando comparado ao traço de 0,5%.

Esses resultados indicam que o aumento do teor de tensoativo contribuiu para melhorar o isolamento sonoro da argamassa. A tendência é coerente com o comportamento observado posteriormente nos ensaios de índice de vazios e porosidade, visto que argamassas mais porosas tendem a absorver melhor parte da energia sonora, reduzindo a transmissão de ruído. Assim, o traço com 1,5% de tensoativo apresentou desempenho acústico superior, reforçando a relação entre aumento de porosidade e melhoria da capacidade de isolamento.

4.3 Índice de vazios da argamassa

A Tabela 3 apresenta os valores calculados para cada corpo de prova:

Tabela 3 – Índice de Vazios das Amostras de Argamassa

% Tensoativo	Corpo	Índice de vazios (%)
0,5	1	14,91
0,5	2	15,30
0,5	3	14,90
1,0	1	16,90
1,0	2	17,09
1,0	3	15,63
1,5	1	16,45
1,5	2	16,47
1,5	3	15,92

Fonte: Autor (2025)

Os resultados demonstram que o aumento do teor de tensoativo provocou uma elevação no índice de vazios da argamassa. As amostras com 0,5% apresentaram valores entre 14,9% e 15,3%. Para o teor de 1,0%, os valores ficaram entre 15,6% e 17,1%, representando o maior crescimento entre os grupos. Já o traço com 1,5% manteve índices entre 15,9% e

16,5%, evidenciando uma microestrutura mais porosa que o traço de 0,5%, porém menos variável que a porcentagem intermediária, esses valores podem ser enc.

Esses resultados confirmam que o tensoativo, ao reduzir a tensão superficial da água de amassamento, favorece a incorporação de ar e o aumento dos poros internos, comportamento coerente com o desempenho acústico observado anteriormente.

4.4 Densidade e porosidade da argamassa

Os dados de massa seca e volume foram obtidos previamente nas pesagens dos corpos de prova. Os valores calculados mostram que a densidade apresentou uma tendência de redução conforme aumentou o teor de tensoativo. Essa redução está associada ao aumento do número de vazios presentes na matriz da argamassa, observado nos resultados da seção 4.3.

A porosidade total das amostras, determinada conforme a NBR 9778 (ABNT, 2005), foi calculada utilizando a diferença entre as massas saturada e seca, em relação ao volume do material. Assim como observado no índice de vazios, as amostras contendo maiores porcentagens de tensoativo apresentaram maior porosidade, indicando que o aditivo favorece a incorporação de ar na mistura e, conseqüentemente, aumenta o volume interno de poros.

Esse comportamento explica diretamente o desempenho acústico observado no item 4.2, uma vez que materiais com maior porosidade tendem a absorver mais energia sonora, aumentando o isolamento proporcionado pelas placas, na Tabela 4 encontra-se os valores obtidos nos cálculos de densidade e porosidade.

Tabela 4 – Densidade e porosidade das argamassas

% Tensoativo	Corpo	Densidade (g/cm³)	Porosidade (%)
0,5	1	2,03	16,58
0,5	2	2,07	17,51
0,5	3	1,95	15,85
1,0	1	1,91	18,3
1,0	2	1,94	18,83
1,0	3	1,96	17,22
1,5	1	1,95	18,09
1,5	2	1,91	18,19
1,5	3	1,92	17,6

Fonte: Autor (2025)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A incorporação de tensoativos na produção de argamassas leves mostrou-se uma estratégia eficiente para modificar suas propriedades físicas e contribuir para o desempenho acústico do material. Os resultados obtidos permitiram observar que o tensoativo influenciou diretamente a formação de microbolhas de ar, aumentando o índice de vazios e a porosidade das amostras, o que ocasionou a redução da densidade, conforme desejado para materiais leves.

O desempenho acústico apresentou tendência crescente à medida que se elevou a porcentagem de tensoativo, confirmando que a presença de maior quantidade de vazios internos favorece a absorção e dissipação da energia sonora. O traço com 1,5% de tensoativo obteve o melhor isolamento, atingindo média de 38,5 dB, o que representa incremento significativo em relação aos demais traços. Esse comportamento reforça a relação entre porosidade e capacidade de isolamento sonoro.

No que se refere à trabalhabilidade, a pequena variação na demanda de água entre os diferentes teores de tensoativo indica que o aditivo, nas proporções adotadas, não comprometeu a consistência da argamassa. Dessa forma, foi possível manter o mesmo padrão de moldagem e manipulação dos corpos de prova.

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que o uso de tensoativos apresenta viabilidade técnica para a produção de argamassas leves, especialmente quando se busca melhorar o desempenho acústico sem comprometer a execução. Recomenda-se, para trabalhos futuros, a realização de ensaios complementares, como resistência mecânica a longo prazo, durabilidade e comportamento térmico, a fim de expandir o entendimento sobre o comportamento desse tipo de argamassa em diferentes condições de uso.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10152: Acústica – Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações. Rio de Janeiro, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 9778: Argamassa e concreto endurecido – Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos — Requisitos. Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos. Rio de Janeiro, 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15575-1: Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15575-4: Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro, 2013.
- BAUER, L. A. F. Materiais de construção. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.
- BISTAFA, S. R. Acústica aplicada ao controle de ruído. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2011.
- CINCOTTO, M. A.; JOHN, V. M. Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais. São Paulo: IBRACON, 2000.
- COLLEPARDI, M. Admixtures used to enhance placing characteristics of concrete. *Cement and Concrete Composites*, v. 23, n. 3, p. 255–263, 2001.
- EVEREST, F. A.; POHLMANN, K. C. Master handbook of acoustics. 6. ed. New York: McGraw-Hill Education, 2015.
- FERRARI, J. L.; DE GRAZIA, M. T. Tensoativos e sua aplicação em sistemas cimentícios. *Revista Matéria*, v. 21, n. 2, p. 345–359, 2016.
- HELENE, P. R. L.; TERZIAN, P. Manual de dosagem e controle do concreto. São Paulo: PINI, 1992.
- JOHN, V. M.; CINCOTTO, M. A. Materiais de construção e o meio ambiente. São Paulo: PINI, 2010.
- MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M.; PEREIRA, F. A. Concreto: microestrutura, propriedades e materiais. 3. ed. São Paulo: IBRACON, 2014.
- NEVILLE, A. M. Propriedades do concreto. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.

ROSEN, M. J.; KUNJAPPU, J. T. Surfactants and interfacial phenomena. 4. ed. Hoboken: Wiley, 2012.