



**Ministério da Educação**  
**Universidade Federal da Integração Latino-Americana**  
**Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Infraestrutura e**  
**Território**

Centro Interdisciplinar de Tecnologia e Infraestrutura  
Engenharia Civil de Infraestrutura

**ANÁLISE DO PANORAMA DE PRODUÇÃO DE**  
**ARGAMASSA DE REVESTIMENTO NAS PRINCIPAIS**  
**CIDADES DE ALTO PARANÁ – PARAGUAI**

ELISA SOLEDAD PEREIRA VERA

Foz do Iguaçu - PR  
Agosto de 2025



**Ministério da Educação**  
**Universidade Federal da Integração Latino-Americana**  
**Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Infraestrutura e**  
**Território**

Centro Interdisciplinar de Tecnologia e Infraestrutura  
Engenharia Civil de Infraestrutura

# **ANÁLISE DO PANORAMA DE PRODUÇÃO DE ARGAMASSA DE REVESTIMENTO NAS PRINCIPAIS CIDADES DE ALTO PARANÁ – PARAGUAI**

**ELISA SOLEDAD PEREIRA VERA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto Latino-Americano  
de Tecnologia, Infraestrutura e Território  
da Universidade Federal Da Integração  
Latino-Americana, como parte dos  
requisitos para obtenção do Grau de  
Bacharel em Engenharia Civil.

**Orientador:** Prof. Dr. Cesar Winter de Melo

Foz do Iguaçu - PR

Agosto de 2025

ELISA SOLEDAD PEREIRA VERA

# **ANÁLISE DO PANORAMA DE PRODUÇÃO DE ARGAMASSA DE REVESTIMENTO NAS PRINCIPAIS CIDADES DE ALTO PARANÁ – PARAGUAI**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Infraestrutura e Território da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

## **BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Cesar Winter de Melo  
UNILA

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Ana Carolina Parapinski dos Santos  
UNILA

---

Prof. Dr. Ricardo Oliveira de Souza  
UNILA

Foz do Iguaçu, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2025.

Dedico este trabalho para a menina que eu era quando comecei, para a mulher que eu sou agora ao terminar, e para a que serei quando um dia olhar para trás e sorrir dizendo: “*¡Lo conseguiste!*”. Obrigada por ter acreditado quando tudo parecia difícil, por cada desafio superado e por nunca desistir. Esta é apenas a primeira de muitas vitórias.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, minha eterna gratidão. Em cada passo, em cada dúvida, em cada noite mal dormida, senti sua presença me sustentando. Foram muitos desafios, medos e incertezas, mas, em todos eles, sua mão me guiou. Obrigada por nunca me abandonar. A Ele, toda honra e glória por esta conquista.

À minha família, meu porto seguro:

Aos meus pais, Lorenza e Pedro, que mesmo estando longe, nunca se ausentaram do meu coração. Suas ligações cheias de amor, suas orações que atravessavam cidades e seu apoio incondicional foram meu alicerce.

Mãe, obrigada pelo apoio incondicional, pelo colo nos dias difíceis lembrando-me sempre do quanto eu sou capaz. Você é a prova de que o amor de mãe é o combustível que move um filho além dos seus limites. Este trabalho também é seu, pois cada página, cada linha, cada conquista carrega um pedaço do seu incentivo.

Pai, você foi minha força silenciosa. Nunca precisou de muitas palavras para me ensinar o valor da perseverança. Obrigada por ser meu exemplo de resiliência e fé. Este trabalho também é seu.

Aos meus irmãos, Lauro e Eunice, que estiveram comigo em cada etapa, cúmplices nas minhas lutas e nas minhas vitórias. Obrigada por serem minha rede de segurança.

Lauro, você foi meu maior apoio desde o primeiro dia em que decidi entrar no mundo da engenharia. Você foi muito mais que um consultor-chefe, foi meu mestre, meu crítico mais sincero e meu maior torcedor. Seu conhecimento na área da construção foi como uma bússola para mim. Me ensinou, corrigiu e ainda me incentivou como se fosse um projeto seu. Hoje, ao fechar este ciclo, sei que nada vale mais do que o orgulho que vejo nos seus olhos.

Eunice, minha irmãzinha, minha alegria nos dias mais cinzentos e minha torcedora mais barulhenta. Mesmo quando você não entendia nada de cálculos ou projetos, entendia perfeitamente o que meu coração precisava. Em meio a noites sem fim e crises de “não vou conseguir”, você aparecia com um sorriso, uma piada sem graça ou um abraço apertado que, magicamente, faziam o mundo parecer mais leve. Obrigada por sempre me lembrar que, no fim das contas, a vida não é só prazos e aprovações, mas também risadas compartilhadas e a gente se cuidar uns a outros.

Ao meu irmão Emanuel (in memoriam), este trabalho também é seu, meu anjo. Pelas noites em que olhei para o céu e senti sua força. Nos dias mais difíceis, quando o cansaço batia ou a dúvida surgia, eu sentia sua presença, como se sussurrasse: “*Mana, respira e continua.*”

À minha cunhada, Karina, que, muitas vezes, me levou café da manhã, almoço e janta quando eu sequer lembrava de comer, imersa nos estudos. Sua generosidade não alimentou só meu corpo, mas também minha coragem para seguir em frente.

Às minhas queridas amigas, Adriana e Tatiana, meu “*Trio Precioso*”, que estiveram ao meu lado desde o primeiro dia, dividindo não só trabalhos e noites intermináveis de estudo, mas também sonhos, sorrisos e muitos desafios que pareciam impossíveis. Se eu fosse escrever todas as vezes que vocês me salvaram nessa jornada da faculdade, não caberia aqui. Foram minhas salvadoras oficiais, minhas irmãs de coração e a voz da razão que sempre precisava ouvir. Esta conquista é nossa, porque família vai além dos laços de sangue, é feita de quem segura nossa mão no meio do caos, quem acredita quando duvidamos e quem transforma cada obstáculo em uma história para contar. Obrigada por serem parte essencial da minha trajetória e por ajudarem a escrever os capítulos mais bonitos dessa fase.

A meu amigo Adrian, quem foi de muita ajuda nos ensaios de laboratório. Aos meus amigos e colegas Camila, Juan Felipe “Pipe”, Alejandro, e Rommel, que, de alguma forma, tornaram essa jornada mais divertida e menos solitária.

Ao meu professor orientador, Cesar, pela orientação e pela confiança em minha persona para o desenvolvimento desta pesquisa.

A todos os professores do curso, que compartilharam conhecimentos, experiências e momentos de aprendizado ao longo desta jornada.

Aos técnicos de laboratório Setor Sul pelo apoio, especialmente a João, Wagner e Kaio que estiveram sempre pendentes de qualquer coisa que eu precisava.

Ao laboratório Terrano e os técnicos de laboratório, que foram de muita ajuda para conseguir chegar ao final desta pesquisa.

As empresas que aceitaram me ajudar nesta pesquisa e me receberam com as mãos abertas. A cada colaborador, que foram muito respeitosos e tiraram uns minutos do seu tempo de trabalho para me ajudar, obrigada.

À UNILA, instituição que me acolheu e proporcionou não apenas o conhecimento técnico, mas também as experiências e relações que levarei para a vida toda. Obrigada!

*Deem graças em todas as circunstâncias  
(1 Tessalonicenses 5:18)*

## RESUMO

O crescimento exponencial do setor da construção civil no Alto Paraná, Paraguai, gerou um aumento notável na demanda por argamassas na região, o que torna essencial garantir a qualidade tanto das matérias-primas quanto do produto final. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar a qualidade da produção de argamassa de revestimento na região e sua relevância para a segurança e durabilidade das construções, com foco no cumprimento das características e requisitos estabelecidos pelas normas técnicas vigentes, buscando estabelecer parâmetros de qualidade como consistência, resistência a compressão, entre outros aspectos. A metodologia adotada envolveu a realização de um estudo de mercado em 4 cidades do Alto Paraná, onde foram conduzidas entrevistas com profissionais da construção civil e realizadas visitas técnicas a canteiros de obras para coleta de materiais e amostras frescas. Essas amostras foram destinadas à posteriores análises laboratoriais, com o objetivo de avaliar propriedades tanto no estado fresco (como consistência, densidade de massa aparente e retenção de água) quanto no estado endurecido (como resistência à compressão e a tração na flexão). Os ensaios seguiram os procedimentos normativos, permitindo uma análise comparativa entre os resultados obtidos e os padrões exigidos. Os resultados evidenciaram que grande parte das empresas da região não possui conhecimento técnico suficiente sobre a produção de argamassas e tampouco realiza qualquer tipo de controle sistemático de qualidade. A ausência de procedimentos padronizados resulta em produtos com desempenho variável e, muitas vezes, em desacordo com os requisitos normativos, especialmente em relação à consistência e resistência mecânica. Problemas como a má seleção de materiais, dosagens inadequadas e falta de acompanhamento técnico foram recorrentes. Conclui-se que este estudo contribui de forma significativa para o setor da construção civil na região do alto Paraná, ao fornecer dados concretos sobre a realidade local e resalta a importância de implementação de práticas de controle de qualidade. A utilização de ensaios tecnológicos como ferramenta de diagnóstico revelou-se essencial para identificar falhas no processo produtivo e propor soluções que promovam maior durabilidade, segurança e eficiência nas construções.

**Palavras-chave:** Normas Técnicas; Construção Civil; Qualidade; Segurança; Durabilidade.

## RESUMEN

El crecimiento exponencial del sector de la construcción en Alto Paraná, Paraguay, ha generado un aumento notable en la demanda de morteros en la región, lo que hace esencial garantizar la calidad tanto de las materias primas como del producto final. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo analizar la calidad de la producción de mortero para revoques en la región y su relevancia para la seguridad y durabilidad de las construcciones, enfocándose en el cumplimiento de las características y requisitos establecidos por las normas técnicas vigentes. Se buscó establecer parámetros de calidad como consistencia, resistencia a compresión, entre otros aspectos. La metodología adoptada incluyó un estudio de mercado en 4 ciudades de Alto Paraná, donde se realizaron entrevistas a profesionales de la construcción y visitas técnicas a obras para la recolección de materiales y muestras frescas. Estas muestras se destinaron a posteriores análisis de laboratorio, con el objetivo de evaluar propiedades tanto en estado fresco (como consistencia, densidad aparente y retención de agua) como en estado endurecido (como resistencia a la compresión y a la tracción en flexión). Los ensayos siguieron procedimientos normativos, permitiendo un análisis comparativo entre los resultados obtenidos y los estándares requeridos. Los resultados mostraron que gran parte de las empresas de la región no cuenta con suficiente conocimiento técnico sobre la producción de morteros, ni realiza ningún tipo de control sistemático de calidad. La falta de procedimientos estandarizados da como resultado productos con desempeño variable y, en muchos casos, fuera de los requisitos normativos, especialmente en cuanto a consistencia y resistencia mecánica. Problemas como la mala selección de materiales, dosificaciones inadecuadas y falta de supervisión técnica fueron recurrentes. Se concluye que este estudio contribuye significativamente al sector de la construcción en la región de Alto Paraná, al proporcionar datos concretos sobre la realidad local y resaltar la importancia de implementar prácticas de control de calidad. El uso de ensayos tecnológicos como herramienta de diagnóstico resultó esencial para identificar fallas en el proceso productivo y proponer soluciones que promuevan mayor durabilidad, seguridad y eficiencia en las construcciones.

**Palabras clave:** Normas Técnicas; Construcción Civil; Calidad; Seguridad; Durabilidad.

## **ABSTRACT**

The exponential growth of the construction sector in Alto Paraná, Paraguay, has led to a significant increase in the demand for mortar in the region, making it essential to ensure the quality of both raw materials and the final product. In this context, the present study aimed to analyze the quality of rendering mortar production in the region and its relevance to the safety and durability of constructions, focusing on compliance with the characteristics and requirements established by current technical standards. The goal was to establish quality parameters such as consistency, compressive strength, and other key aspects. The adopted methodology involved a market study in four cities of Alto Paraná, where interviews were conducted with construction professionals, and technical visits were made to construction sites to collect materials and fresh samples. These samples were later subjected to laboratory analysis to evaluate both fresh-state properties (such as consistency, apparent density, and water retention) and hardened-state properties (such as compressive strength and flexural tensile strength). The tests followed standardized procedures, allowing for a comparative analysis between the obtained results and the required standards. The results revealed that most companies in the region lack sufficient technical knowledge about mortar production and do not perform any systematic quality control. The absence of standardized procedures leads to products with variable performance, often failing to meet regulatory requirements—particularly in terms of consistency and mechanical strength. Issues such as poor material selection, inadequate dosages, and lack of technical supervision were recurrent. In conclusion, this study significantly contributes to the construction sector in the Alto Paraná region by providing concrete data on the local reality and emphasizing the importance of implementing quality control practices. The use of technological testing as a diagnostic tool proved essential in identifying flaws in the production process and proposing solutions that enhance durability, safety, and efficiency in construction.

**Keywords:** Technical Standards; Construction; Quality; Security; Durability.

## Lista de Ilustrações

<b>FIGURA 1:</b> FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA.....	27
<b>FIGURA 2:</b> CIDADES DE ALTO PARANÁ A SER VISITADAS. ....	28
<b>FIGURA 3:</b> IDENTIFICAÇÃO DOS MATERIAIS.....	30
<b>FIGURA 4:</b> LOTE DE AREIA. ....	30
<b>FIGURA 5:</b> MATERIAIS COLETADOS: (A) CIMENTO CECON (B) CAL HIDRATADA TANCAL (C) CAL HIDRATADA REMANCAL. ....	31
<b>FIGURA 6:</b> ADITIVO MUROKAL. ....	31
<b>FIGURA 7:</b> PROCESSO DE COLETA E ENSACADO DA ARGAMASSA FRESCA. ....	33
<b>FIGURA 8:</b> ENSAIO DE ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DA AREIA.....	35
<b>FIGURA 9:</b> ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE FINURA DO CIMENTO PORTLAND. ....	36
<b>FIGURA 10:</b> ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DA FINURA DA CAL HIDRATADA. ....	37
<b>FIGURA 11:</b> ENSAIO DE MASSA ESPECÍFICA DA AREIA. ....	38
<b>FIGURA 12:</b> ENSAIO DE MASSA ESPECÍFICA DO CIMENTO E A CAL.....	39
<b>FIGURA 13:</b> PROCESSO DE PREPARO DA MISTURA. ....	40
<b>FIGURA 14:</b> PROCESSO DA DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE CONSISTÊNCIA. ....	40
<b>FIGURA 15:</b> ENSAIO DE RETENÇÃO DE ÁGUA. ....	41
<b>FIGURA 16:</b> ENSAIO DE DENSIDADE DE MASSA NO ESTADO FRESCO. ....	42
<b>FIGURA 17:</b> ENSAIO DE RESISTÊNCIA À TRAÇÃO NA FLEXÃO.....	42
<b>FIGURA 18:</b> ENSAIO DE RESISTENCIA A COMPRESSÃO AXIAL.....	43
<b>FIGURA 19:</b> ENSAIO DE DENSIDADE DE MASSA APARENTE NO ESTADO ENDURECIDO.....	43
<b>FIGURA 20:</b> ENSAIO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA POR CAPILARIDADE.....	44
<b>FIGURA 21:</b> ENSAIO PARA DETERMINAÇÃO DO MODULO DE ELASTICIDADE. ....	45
<b>FIGURA 22:</b> MÓDULOS DE FINURAS OBTIDOS .....	46
<b>FIGURA 23:</b> RESULTADO DO ENSAIO DA AMOSTRA LP. ....	47
<b>FIGURA 24:</b> RESULTADO DO ENSAIO DA AMOSTRA FM.....	47
<b>FIGURA 25:</b> RESULTADO DO ENSAIO DA AMOSTRA CG. ....	47
<b>FIGURA 26:</b> COMPARAÇÃO DO ÍNDICE DE CONSISTÊNCIA. ....	53
<b>FIGURA 27:</b> DIFERENÇA VISUAL DO ENSAIO DE CONSISTÊNCIA NA (A) ARGAMASSA PREPARADA EM LABORATÓRIO E (B) ARGAMASSA PREPARADA EM OBRA.....	53
<b>FIGURA 28:</b> DIFERENÇA VISUAL DE ABSORÇÃO DE ÁGUA.....	59
<b>FIGURA 29:</b> CURVA GRANULOMÉTRICA DA AREIA MT.....	69
<b>FIGURA 30:</b> CURVA GRANULOMÉTRICA DA AREIA CA.....	69
<b>FIGURA 31:</b> CURVA GRANULOMÉTRICA DA AREIA INTER.....	70

<b>FIGURA 32:</b> CURVA GRANULOMÉTRICA DA AREIA MC. ....	70
<b>FIGURA 33:</b> CURVA GRANULOMÉTRICA DA AREIA DC.....	71
<b>FIGURA 34:</b> QUESTIONÁRIO PARA AS EMPRESAS – PARTE 1 .....	72
<b>FIGURA 35:</b> QUESTIONÁRIO PARA AS EMPRESAS – PARTE 2.....	73
<b>FIGURA 36:</b> SOLICITAÇÃO FORMAL PARA ENTREVISTA .....	74

## Lista de Tabelas

<b>TABELA 1:</b> RESULTADOS DO ENSAIO DE FINURA DO CIMENTO PORTLAND .....	48
<b>TABELA 2:</b> RESULTADOS DOS ENSAIOS DE FINURA DA CAL HIDRATADA.....	49
<b>TABELA 3:</b> RESULTADOS DOS ENSAIOS DE MASSA UNITÁRIA DA AREIA SOLTA. ....	49
<b>TABELA 4:</b> RESULTADOS DOS ENSAIOS DE MASSA ESPECÍFICA APARENTE E MASSA ESPECÍFICA REAL.....	50
<b>TABELA 5:</b> RESULTADOS DOS ENSAIOS DE MASSA ESPECÍFICA DO CIMENTO E DA CAL.....	51
<b>TABELA 6:</b> RESULTADOS DOS ENSAIOS DE ÍNDICE DE CONSISTÊNCIA. ....	52
<b>TABELA 7:</b> RESULTADOS DOS ENSAIOS DE DENSIDADE DE MASSA NO ESTADO FRESCO. ....	54
<b>TABELA 8:</b> RESULTADO DOS ENSAIOS DE RETENÇÃO DE ÁGUA .....	55
<b>TABELA 9:</b> RESULTADO DOS ENSAIOS DE DENSIDADE DE MASSA NO ESTADO ENDURECIDO	57
<b>TABELA 10:</b> RESULTADO DOS ENSAIOS DE ULTRASSOM.....	58
<b>TABELA 11:</b> RESULTADO DOS ENSAIOS DE ABSORÇÃO DE ÁGUA.....	58
<b>TABELA 12:</b> RESULTADO DOS ENSAIOS DE RESISTÊNCIA.....	60

## **Lista de Abreviaturas e Siglas**

UNILA	Universidade Federal da Integração Latino-Americana
ILATIT	Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Infraestrutura e Território
INE	Instituto Nacional de Estatística
MIC	Ministério de Industria y comercio
INTN	Instituto Nacional de Tecnologia e Normalização
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
LADEMA	Laboratorio de Desempenho, Estrutura e Materiais

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	17
1.1 Justificativa .....	19
1.2 Objetivos .....	20
1.2.1 Objetivo Geral .....	20
1.2.2 Objetivos Específicos .....	20
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	21
2.1 Argamassa de revestimento .....	21
2.2 Caracterização dos Materiais .....	23
2.2.1 Granulometria .....	23
2.2.2 Finura do cimento e da cal .....	23
2.2.3 Massa Unitária .....	24
2.2.4 Massa Especifica .....	24
2.3 Propriedades da argamassa no estado fresco .....	24
2.3.1 Índice de Consistência .....	24
2.3.2 Densidade de massa e Teor de ar incorporado .....	25
2.3.3 Retenção de água .....	25
2.4 Propriedades da argamassa no estado endurecido .....	25
2.4.1 Resistência à compressão .....	25
2.4.2 Resistência a tração na flexão .....	25
2.4.3 Densidade de massa aparente no estado endurecido .....	26
2.4.4 Absorção por capilaridade .....	26
2.4.5 Modulo dinâmico .....	26
3. MATERIAIS E METODOS .....	27
3.1 Pesquisa de Mercado: Forma de Produção de Argamassas em Alto Paraná - Paraguai .....	27
3.1.1 Materiais coletados: .....	30
3.1.2 Transporte dos materiais: .....	32
3.2 Desenvolvimento experimental de argamassas .....	33
3.2.1 Ensaio de Caracterização .....	33

3.2.2 Ensaio no estado fresco.....	39
3.2.3 Ensaio no Estado Endurecido: .....	42
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES. ....	45
4.1 Análise granulométrica.....	45
4.2 Finura do cimento Portland. ....	48
4.3 Finura da cal hidratada.....	48
4.4 Massa unitária solta. ....	49
4.5 Massa específica da areia.....	50
4.6 Massa específica do cimento e da cal.....	51
4.7 Determinação do Índice de consistência.....	52
4.8 Densidade de massa no estado fresco .....	54
4.9 Retenção de água .....	55
4.10 Densidade de massa no estado endurecido. ....	56
4.11 Determinação do módulo de elasticidade dinâmico. ....	57
4.12 Absorção de água por capilaridade.....	58
4.13 Resistência a tração na flexão e à compressão. ....	59
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	64
APÊNDICES.....	68

## 1. INTRODUÇÃO

A produção de argamassa é um elemento central na indústria da construção civil, independentemente da localização geográfica, uma vez que sua qualidade impacta diretamente a segurança, durabilidade e desempenho das estruturas. Segundo Piazza (2012, p. 37-60), argamassas de qualidade devem apresentar propriedades essenciais, como resistência mecânica adequada, trabalhabilidade, retenção de água e durabilidade frente a agentes externos, como umidade e variações térmicas. A ausência dessas características pode resultar em patologias construtivas, como fissuras, desprendimento de revestimento e infiltrações, comprometendo a vida útil da edificação.

No contexto do Alto Paraná, Paraguai, a indústria da construção civil vem experimentando um crescimento notável nos últimos anos, impulsionada pela expansão urbana e pelo desenvolvimento de diversos projetos imobiliários e de infraestrutura. Isso elevou a demanda por materiais de construção, entre eles a argamassa, um componente essencial na elaboração de alvenaria e revestimentos, que vai ser o foco principal nesta pesquisa.

A argamassa é uma mistura de cimento, areia, água e às vezes cal. Como ressalta Santiago (2007, p. 25), suas propriedades dependem diretamente do tipo, quantidade e qualidade das matérias primas utilizadas, bem como da dosagem adequada, que garante a completa envolvimento dos grãos do agregado pela pasta, assegurando resistência e desempenho satisfatório. A presença de impurezas ou a inadequação dos componentes pode levar a falhas críticas. Exigindo reparos frequentes ou, em casos extremos, a reconstrução parcial ou total da estrutura.

Nesse contexto, é importante conhecer a área onde vai ser estudado o material. O Alto Paraná é um departamento do Paraguai, localizado na região oriental do país que faz fronteira com o Brasil ao leste e norte, com Argentina ao sul e com os departamentos de Caazapá e Caaguazú ao oeste. É um dos departamentos mais populosos do Paraguai, com uma população estimada em 864.920 habitantes em 2023 (INE, 2023). Dividido em 22 distritos (Ciudad del Este, Presidente Franco, Dr. Juan León Mallorquin, Domingo Martínez Irala, Hernandarias, Itakyry, Juan E. O'leary, Ñacunday, Yguazú, Los Cedrales, Minga Guazu, San Cristóbal, Santa Rita, Naranjal, Santa Rosa del Monday, Minga Porã, Mbaracayú, San Alberto, Iruña, Santa Fé del Paraná, Tavapy, Dr. Raúl Peña), sendo a capital do departamento a cidade de Ciudad

del Este. O departamento também é um dos mais importantes economicamente, com uma economia baseada na agricultura, pecuária, indústria da construção e comércio.

Segundo dados do Ministério da Indústria e Comércio (MIC), a produção de argamassa no Paraguai se tornou uma atividade econômica de considerável importância na indústria de construção, onde tem se observado um crescimento, nos últimos anos. No entanto, a falta de controle e acompanhamento na aplicação das normas técnicas que regulam este setor, gerou a preocupação com a qualidade e segurança das argamassas utilizadas nas construções. Essa situação, que afeta, tanto os consumidores, quanto o setor como um todo, o que demanda uma análise profunda, de forma a compreender as dimensões do problema.

Embora existam normas técnicas estabelecidas pelo Instituto Nacional de Tecnologia e Normalização (INTN) (como a ISO 13007) que estabelecem as características que devem cumprir as argamassas, não há estudos que avaliem o grau de cumprimento delas na região do Alto Paraná. Nesse contexto, se insere a questão: em que medida as técnicas de produção de argamassas no Alto Paraná cumprem com as características estabelecidas pelas normas vigentes?

Essa questão se baseia na falta de estudos que avaliem o grau de cumprimento das normas na região. Existem normas internacionais que estabelecem as características que devem cumprir as argamassas, por exemplo, em termos de resistência, tais como a ABNT NBR 13281-1, ABNT NBR 13276, ABNT NBR 13280, ABNT NBR 15258, ASTM C 270, porém, não há informação precisa sobre o grau de cumprimento por parte das empresas.

Diante disso, se propõe a hipótese de que as argamassas produzidas no Alto Paraná apresentam um grau variável de cumprimento das características e requisitos especificados nas normas vigentes. É importante considerar a possibilidade de variabilidade nos processos de produção, a qualidade dos materiais utilizados e as práticas de controle de qualidade implementadas pelas empresas.

## 1.1 Justificativa

A qualidade das argamassas utilizadas na construção civil é um fator determinante para a durabilidade e segurança das edificações. Como não há registros de estudos técnicos ou científicos publicados sobre a produção local desses materiais, tampouco sobre sua conformidade com as normas técnicas. Essa lacuna torna o tema ainda mais relevante, pois impede a identificação de falhas, limita a padronização e pode comprometer o desempenho das obras. A escolha deste tema surgiu justamente da ausência de pesquisas anteriores na região, o que representa uma oportunidade de contribuir com informações inéditas para o setor. Além disso, o interesse pessoal em desenvolver um trabalho voltado ao contexto paraguaio foi um fator motivador, com o intuito de gerar impacto direto na realidade local da construção civil.

A relevância da pesquisa está em promover uma análise técnica sobre as práticas de produção de argamassas no Alto Paraná, possibilitando identificar fragilidades no processo produtivo, ausência de controle de qualidade e desconhecimento técnico por parte de muitas empresas. Ao fornecer dados concretos sobre essas condições, o estudo pode orientar, incentivar a adequação às normas vigentes e contribuir para o aumento da competitividade do setor. Estudar esse tema é importante não apenas por preencher uma lacuna acadêmica, mas também por trazer benefícios práticos à indústria da construção local, promovendo maior confiança no setor, atraindo investimentos e, principalmente, fortalecendo a segurança das edificações.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo Geral

Analisar a qualidade da produção de argamassa de revestimento na região do Alto Paraná e sua relevância para a segurança e durabilidade das construções, com foco no cumprimento das características e requisitos estabelecidos pelas normas vigentes, visando assim estabelecer parâmetros de qualidade, tais como a consistência, aderência, resistência à compressão e outros aspectos relevantes.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Mapear e identificar as empresas produtoras de argamassa e suas respectivas capacidades produtivas para o início da análise;
- b) Analisar os métodos de produção das empresas tais como: procedência dos materiais, equipamentos, controle de qualidade, dentre outros aspectos;
- c) Avaliar a conformidade da produção de acordo com as normas técnicas.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão abordados os principais temas sobre os quais esta pesquisa está fundamentada, a qual trata-se sobre a argamassa que se usa em revestimentos, que foi o tipo de argamassa escolhida para mais aprofundamento no tema, abrangendo definições para uma compreensão mais clara do que é a argamassa de revestimento, funções, os materiais que constituem ela, assim como a importância das propriedades no estado fresco e no estado endurecido da argamassa,

### 2.1 Argamassa de revestimento

Segundo Bonin (2009, p. 4) a argamassa é uma mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s), aglomerante(s) e água, eventualmente, aditivo(s) ou adições para otimizar suas propriedades no estado fresco ou no estado endurecido [adaptada da NBR 13529].

Quando falamos de argamassas de revestimento, é importante ter em consideração algumas funções relacionadas quanto sua finalidade e aplicação, Piazza (2012, p.37) argumenta que as argamassas são:

“Consideradas como um elemento de um sistema e não isoladamente como um material, levando em consideração sua interação com o substrato e com o ambiente, é possível admitir como funções primordiais as seguintes: impermeabilizar o substrato de aplicação; garantir bom acabamento ao paramento revestido; absorver as deformações naturais a que uma estrutura está sujeita; regularizar e/ou proteger mecanicamente substratos constituídos por sistemas de impermeabilização ou isolamento termoacústico.”

É importante ressaltar que cada componente desempenha um papel fundamental nas propriedades finais da argamassa, influenciando sua trabalhabilidade, resistência, aderência e durabilidade. A correta proporção entre esses componentes nos garante um revestimento durável e de qualidade. E sobretudo, é importante ter muito em conta que, pelo menos 4,5% das falhas nas estruturas no Paraguai provêm dos problemas com os materiais (TVN DIGITAL, 2025). Por isso, a seguir, detalham-se os principais materiais utilizados em sua produção:

#### a) Cimento

O cimento Portland é o aglomerante mais utilizado em argamassas devido a sua alta resistência e capacidade de endurecimento por hidratação. Segundo Piazza

(2012), o cimento reage quimicamente com a água, formando uma pasta que envolve os grãos de areia, garantindo coesão e resistência mecânica da argamassa. Entre as principais funções do cimento na argamassa podemos mencionar que proporciona resistência mecânica, garante a ligação entre os componentes e influência no tempo de endurecimento.

b) Cal

A cal hidratada é a mais utilizada em argamassas de assentamento e revestimento, é um aglomerante secundário frequentemente usado para melhorar a plasticidade e a retenção de água. Piazza (2012) ressalta que a cal atua como modificador de propriedades, reduzindo a fissuração e facilitando a aplicação. Entre suas principais funções ressaltam-se o aumento da trabalhabilidade (facilita o manuseio), melhora a retenção de água, reduz fissuras e proporciona maior aderência ao substrato.

c) Areia

A areia é o agregado miúdo responsável pelo volume e estabilidade da argamassa. Piazza (2012) enfatiza que a qualidade da areia (granulometria, formato dos grãos e ausência de impurezas) é crucial para a resistência e durabilidade da mistura. As funções da areia que podem ser ressaltadas na mistura da argamassa são a de proporcionar volume e redução de custos, influenciar na resistência mecânica e na textura superficial, além de controlar a retração durante a secagem.

d) Aditivos

Os aditivos são componentes químicos adicionados em pequenas quantidades para modificar propriedades específicas da argamassa. Segundo Piazza (2012), eles podem melhorar a homogeneidade, a aderência e a resistência à água. Existem vários tipos de aditivos, os principais são: plastificantes, retentores de água e aeradores. Os plastificantes reduzem a quantidade de água necessária, aumentando a resistência. Os retentores de água evitam a secagem prematura. E os aeradores introduzem microbolhas de ar, melhorando a trabalhabilidade. Qualquer um desses aditivos aumenta a plasticidade e a facilidade de aplicação, melhora a aderência e reduzem a fissuração por retração.

Por tanto, como demonstra Piazza (2012), a qualidade da argamassa depende diretamente da seleção adequada dos materiais e da proporção correta entre elas. A falta de cuidado com qualquer um desses componentes pode levar a falhas no

revestimento, como fissuras ou desprendimentos, comprometendo a durabilidade da construção.

Com tudo isso podemos entender que a argamassa de revestimento assume um papel fundamental na construção civil, proporcionando proteção, regularização, desempenho térmico e acústico, assim como acabamento estético às paredes internas e externas das edificações.

## 2.2 Caracterização dos Materiais

Os ensaios de caracterização de materiais visam determinar suas propriedades físicas e químicas, auxiliando no controle de qualidade e na produção de materiais de construção adequados, permitindo verificar se eles atendem a normas técnicas e especificações, evitando variações indesejadas nas propriedades da argamassa (NEVILLE, 2011). Esses ensaios incluem a análise granulométrica, massa unitária, massa específica e ensaios de finura.

### 2.2.1 Granulometria

A granulometria é um dos procedimentos mais importantes na caracterização da areia utilizada para argamassas, pois determina a distribuição dos tamanhos das partículas do agregado. Essa análise é fundamental pois a distribuição granulométrica influencia na trabalhabilidade da argamassa, afetando diretamente a consistência e a facilidade de aplicação, assim como o impacto na resistência mecânica. Além disso, falando de conformidade com normas técnicas, a NBR 7211 estabelece faixas aceitáveis para granulometria de areias destinadas a argamassas, com este ensaio garante-se que o material atenda aos requisitos.

### 2.2.2 Finura do cimento e da cal

A finura do cimento e da cal é um parâmetro crítico no desempenho das argamassas, pois influencia diretamente sua reatividade, trabalhabilidade, resistência mecânica e durabilidade. Quanto mais fino o cimento, maior superfície específica, acelerando as reações de hidratação e aumentando a resistência (ABNT NBR 16606, 2018). Cimentos com finura insuficiente podem resultar em pega lenta e baixa resistência precoce (MEHTA ; MONTEIRO, 2014). Além disso, é importante ressaltar que partículas muito finas aumentam a demanda de água, podendo levar a argamassas mais porosas e suscetíveis à fissuração. Enquanto a cal hidratada, deve ter partículas finas para melhorar sua dispersão na argamassa, aumentando a

plasticidade e reduzindo a segregação. Se a cal for muito grossa resulta em argamassas ásperas, com menor aderência a tijolos e revestimentos (ABNT NBR 7175, 2003).

### 2.2.3 Massa Unitária

A determinação da massa unitária da areia é um ensaio fundamental no processo de caracterização de materiais para produção de argamassas, pois influencia diretamente no cálculo de dosagens, propriedades mecânicas e no desempenho final da mistura. Esta análise é regulamentada pela ABNT NBR 16972 (2021). A massa unitária permite calcular corretamente as proporções entre areia, cimento e cal, garantindo homogeneidade e reprodutibilidade das argamassas. As areias com baixa massa unitária indicam maior volume de vazios, exigindo mais pasta (cimento + cal) para preenchimento, o que pode aumentar custos. É importante ressaltar que a determinação da massa unitária ajuda no controle de qualidade do agregado, além de evitar superdosagens ou subdosagens, reduzindo desperdícios.

### 2.2.4 Massa Específica

A determinação da massa específica dos materiais constituintes das argamassas é um parâmetro fundamental no controle de qualidade e dosagem correta dos componentes. Este procedimento na areia permite calcular corretamente o volume de vazios no agregado, assim como o cálculo do traço em volume e em massa, influenciando diretamente na trabalhabilidade e densidade da argamassa. No cimento Portland é essencial para cálculo de dosagem em misturas e influência na fluidez nas argamassas. Mesma coisa com a cal, é fundamental para dosagens precisas em argamassas (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

## 2.3 Propriedades da argamassa no estado fresco

As propriedades da argamassa no estado fresco são cruciais para garantir a qualidade do revestimento final, compreender essas propriedades vai ajudar a escolher a argamassa adequada para cada aplicação. Para isso devem ser avaliadas algumas propriedades importantes que interferem na qualidade final da argamassa, que são: Índice de consistência, o teor de ar incorporado e a retenção de água.

### 2.3.1 Índice de Consistência

A consistência é a medida da fluidez da argamassa. Pczieczek (2017) argumenta que está associada à capacidade da argamassa deformar-se sob a ação

de cargas. É influenciada pela quantidade de água na mistura (Carasek, 2010 apud Pcziecsek, 2017, p. 48).

Essa propriedade pode ser determinada pela medida do espalhamento de uma porção de argamassa realizada por meio de ensaios de mesa de consistência (Flow Table), seguindo os princípios da NBR 13276 (ABNT, 2005).

### 2.3.2 Densidade de massa e Teor de ar incorporado

Os ensaios para a determinação do teor de ar incorporado nas argamassas no estado fresco são realizados conforme a NBR 13278 (ABNT, 2005). O teor de ar incorporado é como seu nome o indica, a quantidade de ar presente na argamassa, ele pode influenciar na trabalhabilidade e na resistência. A ASTM C-270 fala que o teor máximo de ar incorporado que deve ter a argamassa é de 14%.

### 2.3.3 Retenção de água

A retenção de água é a capacidade da argamassa reter água durante o tempo de aplicação e endurecimento. Ela é importante para evitar o endurecimento prematuro da argamassa, a retenção de água pode ser melhorada pela aplicação de aditivos plastificantes.

Segundo Pcziecsek (2017) a retenção de água também afeta as propriedades da argamassa no estado endurecido, como a aderência, a resistência mecânica e a durabilidade do material. (CARASEK, 2010 apud Pcziecsek, 2017, p. 49).

## 2.4 Propriedades da argamassa no estado endurecido

As propriedades da argamassa no estado endurecido são cruciais para o desempenho e a durabilidade do revestimento. Neste item vamos nos aprofundar em 5 propriedades essenciais:

### 2.4.1 Resistência à compressão

A resistência à compressão é a capacidade da argamassa de suportar cargas compressivas. É a principal propriedade, pois determina sua capacidade de suportar o peso do revestimento e das cargas estruturais. A norma brasileira NBR 13279 estabelece os métodos de ensaio para determinar a resistência à compressão da argamassa.

### 2.4.2 Resistência a tração na flexão

A resistência à tração na flexão é a capacidade da argamassa de suportar esforços de tração gerados por deformações da base ou do revestimento. Essa

propriedade é importante para evitar fissuras e rachaduras na argamassa, especialmente em áreas com vibrações ou movimentações. A norma brasileira NBR 13279 estabelece os métodos de ensaio para determinar a resistência à tração na flexão da argamassa.

#### 2.4.3 Densidade de massa aparente no estado endurecido

A densidade de massa aparente é definida como a massa da argamassa por unidade de volume seco, excluindo os vazios. Esta propriedade é influenciada por diversos fatores, como: tipo de cimento, proporção dos componentes, presença de aditivos etc. A norma brasileira NBR 13280 estabelece o método de ensaio para determinar a densidade de massa aparente da argamassa no estado endurecido.

#### 2.4.4 Absorção por capilaridade

A absorção por capilaridade é um fenômeno físico que se refere à capacidade da argamassa de absorver água por meio de seus poros. Essa propriedade é importante para avaliar a resistência à umidade da argamassa e sua permeabilidade. Este ensaio, normatizado pela NBR 15259, determina a quantidade de água absorvida pela argamassa por capilaridade em um período específico.

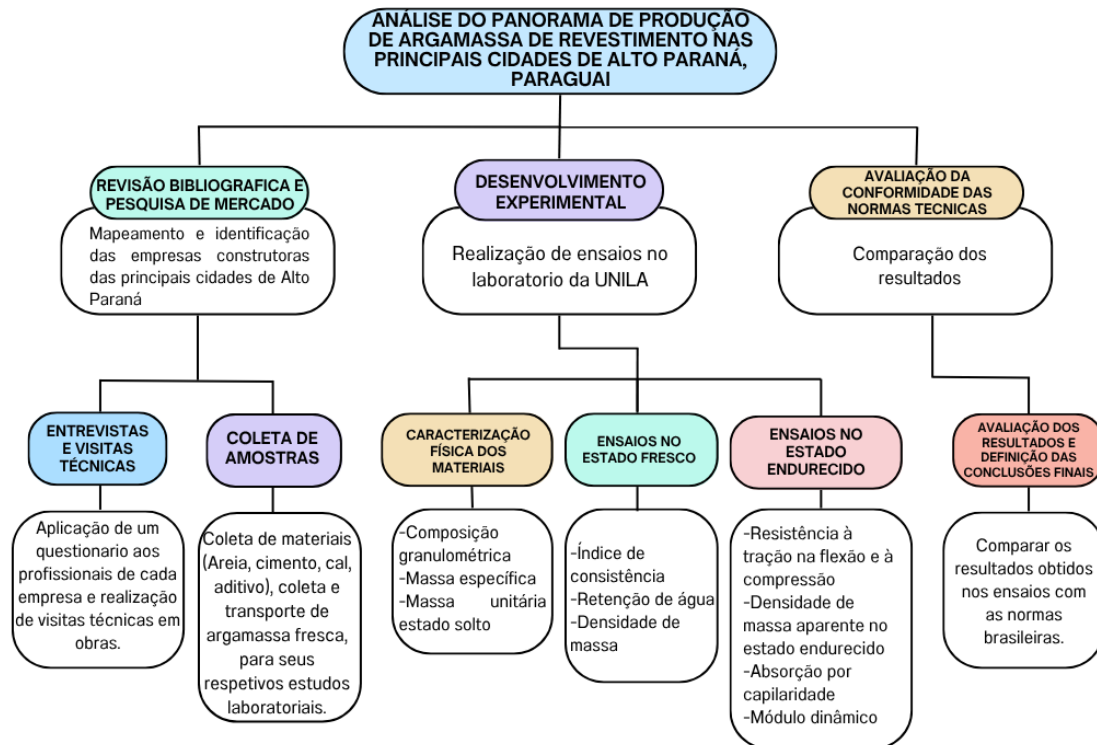
#### 2.4.5 Modulo dinâmico

É uma propriedade crucial para avaliar a rigidez da argamassa e capacidade de resistir a vibrações e deformações. Uma argamassa com alto módulo dinâmico é mais durável e resistente à fissuração e ao desgaste, assim como proporciona melhor desempenho em áreas com vibrações e contribui para a segurança da estrutura.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste item são descritos de forma detalhada, os materiais e métodos utilizados na pesquisa, para a análise do panorama de produção de argamassa de revestimento nas principais cidades de Alto Paraná, Paraguai, que compreende as etapas, conforme fluxograma apresentado na Figura 1.

**Figura 1:** Fluxograma da metodologia



**Fonte:** A Autora, 2024.

#### 3.1 Pesquisa de Mercado: Forma de Produção de Argamassas em Alto Paraná - Paraguai

Foi estudado a possibilidade da pesquisa de mercado em diversas cidades do Estado de Alto Paraná. Diante disso, são apresentados na Figura 2, 4 dos 22 distritos (cidades) do departamento (Estado) selecionados para a pesquisa, os quais são as principais.

**Figura 2:** Cidades de Alto Paraná a ser visitadas

Fonte: Family Search, 2020.

O objetivo das visitas nas empresas construtoras foi a de realizar entrevistas aos profissionais da área da construção (engenheiros, arquitetos, mestres de obra, pedreiros etc.), tanto na própria empresa, como por meio de visitas às obras onde é produzida a argamassa.

As entrevistas foram realizadas com um questionário apresentado no apêndice B, que abordou os seguintes temas: matérias primas utilizadas; processo de produção (composição e traço da argamassa, equipamentos utilizados); controle de qualidade realizados etc. A realização das visitas técnicas à obra foi realizada após as entrevistas, a qual teve como principal objetivo a observação direta dos processos de produção e a coleta dos materiais (areia, cimento, cal e aditivo). Além disso, conforme o que foi realizado por Cechin (2017, p.63), foi feita a coleta e transporte de argamassas frescas para seus respectivos estudos laboratoriais.

Na primeira etapa, realizou-se o mapeamento das diferentes empresas construtoras a serem visitadas. O critério de seleção adotado consistiu em identificar as empresas mais reconhecidas em cada uma das cidades pré-selecionadas, definindo como parâmetro a visita a aproximadamente três empresas por localidade.

Uma vez identificadas as empresas, procedeu-se às visitas para a realização de entrevistas com os profissionais do setor. As primeiras entrevistas se mostraram particularmente úteis para o aprimoramento da abordagem metodológica, uma vez que a primeira empresa visitada exigiu o envio de uma solicitação formal de entrevista, conforme apêndice C, por questões burocráticas – requisito que, uma vez atendido, permitiu a condução da pesquisa sem contratempos. Conforme mencionado anteriormente, em cada cidade foram selecionadas três empresas construtoras. Caso duas delas concordassem em participar da pesquisa, a visita à terceira empresa era dispensada, otimizando assim o processo de coleta de dados.

Foram selecionadas empresas construtoras de médio e grande porte, seguindo os critérios de representatividade regional e disponibilidade para colaboração com a pesquisa. Os nomes das empresas foram substituídos por códigos únicos para preservar sua identidade, conforme ética em pesquisa.

Em Ciudad del Este, participaram da pesquisa as empresas CDE-MT e CDE-LP, que foram as primeiras contatadas e que prontamente aceitaram colaborar após a formalização do pedido. Na cidade de Hernandarias, obtivemos a participação das empresas HRIAS-CA e HRIAS INTER. Já em Minga Guazú, das três empresas inicialmente abordadas, duas empresas concordaram em participar, MG-FM e MG-MC. Na cidade de Presidente Franco, as duas empresas contatadas aceitaram colaborar: PF-CG e PF-DC.

O protocolo de pesquisa incluía requisitos específicos para garantia da qualidade dos dados coletados. Foi solicitado às empresas participantes o fornecimento de amostras de materiais de construção, incluindo 10 kg de areia, 10 kg de cimento, 5 kg de cal e, quando aplicável, amostras dos aditivos utilizados em suas obras. Além disso, foi condição para participação, o acesso a canteiros de obras em fase de reboco, onde foi realizada coleta de argamassa fresca para análise. Todos esses procedimentos foram previamente acordados por meio de solicitação formal enviada as empresas, que detalhava os objetivos da pesquisa, os materiais necessários e os métodos de coleta.

Para garantir a rastreabilidade dos materiais coletados em cada localidade, foi estabelecido o sistema de codificação único mencionado anteriormente, conforme Figura 3.

**Figura 3:** identificação dos materiais

Fonte: A autora, 2025.

Este sistema facilitou a identificação clara de qual cidade e empresa cada amostra veio, em todas as etapas do estudo.

### 3.1.1 Materiais coletados:

**Areia natural:** provenientes da bacia do Rio Paraná, foram coletadas diretamente dos lotes utilizados na obra (evitando contaminação com solo ou outros materiais), conforme Figura 4. A quantidade coletada foi de entre 5 kg e 10 kg, acondicionada em sacos plásticos resistentes e identificada (local e fornecedor).

**Figura 4:** Lote de areia

Fonte: A autora, 2025.

**Cimento e cal hidratada:** o tipo de cimento mais empregado nas empresas foi o Cimento Portland CP II C-32, marca CECON (Figura 5 (a)), cimento de indústria paraguaia (mais usada por menor custo no mercado). As cal hidratadas mais usadas para colocar nas argamassas foram do tipo CH-III, marca TANCAL (Figura 5 (b)), indústria brasileira e a marca REMANCAL (Figura 5 (c)), indústria paraguaia (ambas também escolhidas pelo menor preço no mercado). Ambos os materiais foram coletados do lote utilizado em obra, a maioria de sacos selados e abertos na hora da coleta. A quantidade coletada foi de entre 3 kg e 8 kg cada um, armazenada em sacos

plásticos resistentes (dupla embalagem), vedados imediatamente após a coleta e identificados (cidade, empresa e tipo de cimento e cal).

**Figura 5:** Materiais coletados: (a) Cimento Cecon (b) Cal hidratada tancal (c) Cal hidratada remançal.



Fonte: [cecon.com.py/cemento.php](http://cecon.com.py/cemento.php);

[Zzatfull.com.br](http://Zzatfull.com.br);

<https://miniurl.cl/afxv4>

**Aditivo:** o aditivo mais usado por todas as empresas é o Murokal, um aditivo líquido da marca SIKA, de indústria paraguaia, usado para melhorar a trabalhabilidade das argamassas de revestimento e assentamento, atuando como plastificante, substituindo parcialmente a cal, reduzindo custos e melhorando algumas propriedades da argamassa como a impermeabilidade e a resistência a fissuras. Este aditivo incorpora aproximadamente 15% de ar, deixando a argamassa com mais volume. O consumo médio recomendado pelo fabricante é de 200 ml de Murokal para 50 Kg de cimento ou 1 litro de Murokal por cada 100 litros de água. Como uma das empresas facilitou 1 litro do aditivo (Figura 6), nas outras empresas já não foi necessário coletá-lo, para evitar desperdícios.

**Figura 6:** Aditivo Murokal



Fonte: A autora, 2025.

Os materiais citados acima, segundo dados coletados das empresas, são os mais usados por eles em todas as suas obras realizadas, por serem de boa qualidade e as mais reconhecidas a nível local e nacional, além do preço mais acessível.

**Argamassa fresca:** para a produção das argamassas de revestimento, todas as empresas utilizaram betoneiras elétricas, mantendo traços em suas obras. Foram identificados três traços principais (ex.:1:1:5 – cimento:cal:areia) entre as oito empresas estudadas:

- a) 1:1:5 – adotado por 4 empresas
- b) 1:1:6 – utilizado por 2 empresas
- c) 1:1,5:6 – empregado por 2 empresas.

Primeiramente misturam o cimento a cal e a areia na betoneira para logo ir adicionando a água até atingir a trabalhabilidade empírica. Cada empresa utilizou água de diferentes procedências, como é apresentado na Figura 7, a maioria das empresas usa água potável (rede pública), outras usam água de poço e uma das empresas, no dia da coleta, usou água de chuva armazenada em galões.

**Figura 7:** Origem das águas usadas nas argamassas

CIDADE	EMPRESAS	Origem da água usada nas argamassas
Ciudad del Este	LP	ÁGUA POTÁVEL
	MT	ÁGUA POTÁVEL
Hernandarias	CA	ÁGUA POTÁVEL
	Inter	POÇO
Minga Guazú	FM	POÇO
	MC	ÁGUA DE CHUVA
Presidente Franco	CG	POÇO
	DC	ÁGUA POTÁVEL

**Fonte:** A autora, 2025.

### 3.1.2 Transporte dos materiais:

O transporte dos materiais (areia, cimento e cal) foi realizado em duas etapas distintas, garantindo a integridade das amostras desde a coleta até o laboratório.

Primeira etapa: os materiais foram transportados em veículo próprio desde suas cidades de origem até a barreira de controle do Itaipu ParqueTec.

Segunda etapa: após a inspeção na barreira as amostras foram transferidas para um veículo do laboratório Setor Sul, que as conduziu até o laboratório.

Os materiais foram estocados na câmara seca, protegidos contra umidade e contaminações.

Já para o transporte do material fresco, foi adotado o seguinte método: o material foi embalado em sacos plásticos vedados (Figura 8), especificamente projetados para transporte de líquidos, evitando vazamentos. O material foi levado em motocicleta até a barreira de controle do Itaipu Parquetec, com cuidado para evitar a agitação excessiva. Na barreira, as amostras foram transferidas para o ônibus interno do Itaipu Parquetec, que as transportou até o laboratório. Ao chegar, o material fresco foi imediatamente trabalhado para preservar suas propriedades.

O trajeto total desde as cidades de origem até o laboratório variou entre 60 e 90 minutos, dependendo de fatores como fluxo de veículos na Ponte da Amizade (possíveis filas) e a agilidade nos procedimentos de transporte da barreira.

**Figura 8:** Processo de coleta e ensacado da argamassa fresca



Fonte: A autora, 2025

## 3.2 Desenvolvimento experimental de argamassas

### 3.2.1 Ensaios de Caracterização

Os ensaios de caracterização dos materiais, os ensaios no estado fresco e quase todos os ensaios no estado endurecido da argamassa foram realizados no laboratório de Desempenho, Estruturas e Materiais (LADEMA) da Universidade Federal da Integração Latino-Americana – UNILA. Os ensaios no estado endurecido da NBR 13279, foram realizados fora do LADEMA, por conta da falta do dispositivo Rilem, os ensaios foram transferidos para o Laboratório de controle tecnológico TERRANO (laboratório privado), localizado em Jardim Panorama, Foz do Iguaçu.

Os materiais e métodos a serem aplicados foram selecionados de forma a atender as normas técnicas brasileiras referentes a cada um dos ensaios. As normas

técnicas utilizadas para a realização do procedimento experimental de caracterização dos materiais (areia, cimento e cal) são as seguintes:

- Granulometria, NBR 17054 (ABNT, 2022): O ensaio granulométrico foi realizado exclusivamente nas amostras de areia, seguindo a norma NBR 17054 (ABNT, 2022), com o objetivo de determinar a distribuição granulométrica e avaliar a conformidade do material para uso em obras civis. Para cada amostra coletada (uma por empresa), o procedimento foi executado conforme as etapas descritas a seguir:

- Preparação da amostra:

As amostras foram submetidas ao quarteamento pelo Procedimento B da norma NBR 16915, garantindo uma divisão representativa do material. A fração selecionada foi seca em estufa regulada a  $105 \pm 5^\circ \text{C}$  por 24 horas, visando a eliminação completa da umidade.

- Peneiramento:

Utilizou-se uma série de peneiras com malhas padronizadas (4,8 mm; 2,4 mm; 1,2 mm; 600  $\mu\text{m}$ ; 300  $\mu\text{m}$ , 150  $\mu\text{m}$ ), organizadas em ordem crescente de abertura (base para topo). O material foi submetido a agitação manual por um período de mais ou menos 10 minutos. O material retido em cada peneira foi pesado em uma balança analítica com precisão de 0,01 g, registrando-se a massa acumulada em cada fração.

- Análise dos dados e resultados:

As massas retidas foram convertidas em porcentagens retidas e retidas acumuladas em relação a massa total da amostra. Os dados obtidos permitiram a construção da curva de distribuição granulométrica, que relaciona a porcentagem de partículas passantes com as dimensões das peneiras. Finalmente, a partir da soma das porcentagens retidas acumuladas nas peneiras padronizadas, foi calculado o módulo de finura, que é um parâmetro essencial para classificação da areia.

O ensaio garante que as amostras de areia atendam aos requisitos normativos para uso em concretos e argamassas, avaliando a distribuição uniforme dos grãos (evitando excesso de finos ou grãos grossos), e que o módulo de finura esteja dentro dos limites recomendados para cada aplicação.

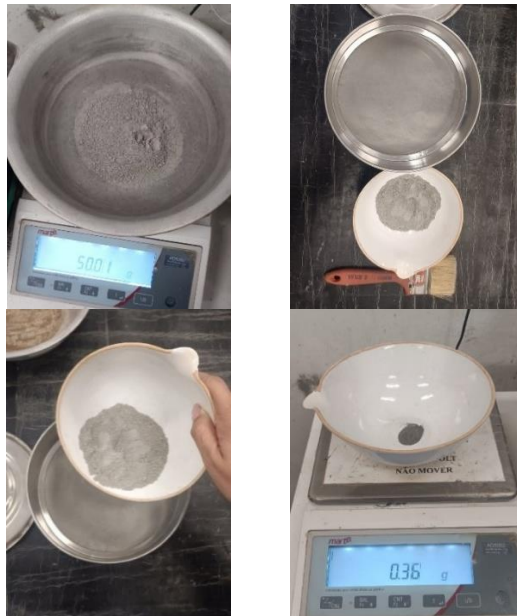
**Figura 9:** Ensaio de Análise granulométrica da areia

Fonte: A autora, 2025

- Cimento Portland — Determinação do índice de finura por meio da peneira 75  $\mu\text{m}$  (nº 200) – NBR 11579-2013: este ensaio é essencial para avaliar sua qualidade e reatividade, uma vez que a finura está diretamente relacionada à hidratação do cimento e conseqüentemente, ao seu desempenho em argamassas e concretos; neste ensaio a porcentagem dos grãos que fica retido na peneira não deve ser maior que 12%.

Os equipamentos utilizados para a realização do ensaio foi a peneira 75  $\mu\text{m}$ , com fundo e tampa, balança analítica, pinceis e demais utensílios de laboratório.

Como mostra na Figura 10, o material (50g de cimento) é transferido para a peneira, evitando perdas de material. É realizado o peneiramento manualmente até que praticamente nenhum material passe pela malha (critério de interrupção conforme NBR 11579:2013). O material passante deve ser desprezado e o cimento retido na peneira deve ser pesado, para finalmente calcular o índice de finura.

**Figura 10:** Ensaio de determinação do índice de finura do cimento Portland

Fonte: A autora, 2025.

- Cal hidratada para argamassas - Determinação da finura - NBR 9289 (ABNT, 2000): Este ensaio visa determinar a granulometria da cal hidratada, verificando a porcentagem de material que passa ou retém em peneiras padronizadas, que não deve ser maior que 15%. A determinação da finura da cal hidratada é um processo importante para garantir a qualidade da argamassa. Pois influencia diretamente suas propriedades de trabalhabilidade, retenção de água e resistência.

Para a realização deste ensaio foi utilizado uma peneira de 600  $\mu\text{m}$  e outra de 75  $\mu\text{m}$ , pesou-se 50g de cal, a amostra é umedecida com um pouco de água (Figura 11) e colocado sobre a peneira 600  $\mu\text{m}$ , para logo lavá-lo manualmente debaixo da torneira, a uma vazão constante, evitando respingos, até a água que passa pelas peneiras escoar límpida ( $\pm 5$  minutos), depois desse processo deixa-se decantar por 10 minutos e levamos para secar na estufa os resíduos de ambas as peneiras, por mais ou menos 60 minutos, para finalmente medir a massa seca dos resíduos das peneiras e assim obter a porcentagem de finura do material.

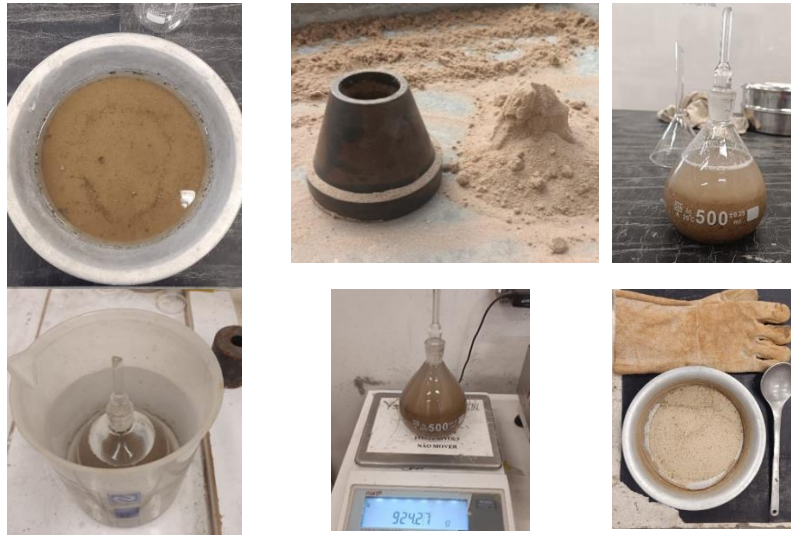
**Figura 11:** Ensaio de determinação da finura da Cal hidratada

Fonte: A autora, 2025.

- Massa unitária – NBR 16972 (ABNT, 2021): o ensaio de massa unitária em estado solto foi feito para a areia. Com o agregado miúdo bem seco, posicionar um recipiente cilíndrico de 1 L de volume sobre uma superfície plana e estável, preencher o recipiente com a areia solta, deixando-a cair livremente de uma altura padrão (10 cm), nivelar a superfície com uma régua, sem compactar, pesar o recipiente cheio e calcular a massa unitária.
- Massa específica NBR NM 52 (ABNT, 2009): O ensaio de massa específica, regulado pela NBR NM 52, determina a relação entre a massa e o volume dos grãos de areia, excluindo os vazios entre as partículas. Como pode ser observado na Figura 12, foi seguido o seguinte procedimento: deixar 1 kg de amostra de areia submergida em água por 24 horas para garantir a saturação total dos poros, após a saturação, escorrer a água e deixar decantar por um tempo para logo estendê-lo sobre uma superfície plana e colocá-lo para secar a temperatura ambiente, revolvendo constantemente. Depois, colocar a areia no molde troncocônico e compactar suavemente com 25 golpes, levantar o molde verticalmente, a amostra deve manter parcialmente a forma (nem desmoronar totalmente, nem manter rigidamente o formato), repetir o processo em intervalos até atingir o ponto ideal. Quando isso acontecer, pesa-se 500g da amostra superficialmente seca, transferir para o frasco aforado e adiciona-se água até 90% da capacidade do frasco e agita-se vigorosamente para eliminar bolhas de ar. A seguir leva-se ao banho a temperatura ambiente por 1 hora para logo retirá-lo e completar o frasco com água até a marca de

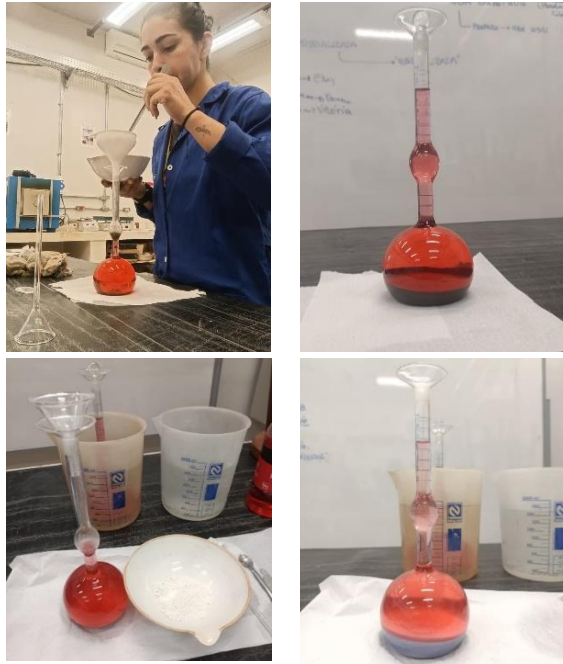
calibração, então pesa-se o conjunto (frasco + água + areia). Logo, retira-se o agregado do frasco e levar para secar na estufa até massa constante, para finalmente esfriá-lo a temperatura ambiente e pesar a massa final seca. Com isso já tem-se todos os dados para calcular a massa específica do material.

**Figura 12:** Ensaio de massa específica da areia.



**Fonte:** A autora, 2025.

- Cimento Portland e outros materiais em pó — Determinação da massa específica: para a determinação da massa específica do cimento e da cal foi seguida a NBR 16605 (ABNT, 2017). Para isso foi necessário: frasco de Le Chatelier, líquido não reativo (neste caso, querosene de cor vermelha de indústria paraguaia), tanto para o cimento como para a cal. O ensaio consiste em preencher o frasco com o querosene até 1 mL ou próximo do 1 mL. Manter no banho maria por 30 minutos para estabilização térmica e registrar o volume inicial (V1). Adicionar aproximadamente 60 g para cimento e 50 g para a cal. Utilizar funil para evitar perdas e já com todo o material dentro do frasco, agitar cuidadosamente para eliminar bolhas de ar e retorna-se o frasco ao banho maria por mais 30 min e registra-se o volume final (V2). Esse processo tem que ser realizado em duplicidade.

**Figura 13:** Ensaio de massa específica do cimento e a cal

Fonte: A autora, 2025

### 3.2.2 Ensaios no estado fresco

Os ensaios que foram realizados para as argamassas, tanto no estado fresco como no estado endurecido, seguiram as seguintes normas:

Estado Fresco:

- Preparo da mistura para a realização de ensaios – NBR 16541 (ABNT, 2016): o processo de preparação das argamassas para realização dos ensaios laboratoriais seguiu os procedimentos estabelecidos pela norma técnica. Partindo dos materiais coletados diretamente das obras (areia, cimento e cal hidratada), como mostra na Figura 14, foi realizada inicialmente uma cuidadosa homogeneização manual dos componentes secos, garantindo uma distribuição manual dos materiais antes da introdução na argamassadeira. Com os materiais pré-misturados, transferiu-se à argamassadeira, onde iniciou o processo mecânico e a adição de água progressivamente, enquanto a mistura permanecia em constante movimento.

**Figura 14:** Processo de preparo da mistura

Fonte: A autora, 2025

- Determinação do Índice de consistência – NBR 13276 (ABNT, 2005): este ensaio foi realizado tanto para as argamassas preparadas no laboratório, como nas argamassas frescas coletadas em obra. Para o ensaio foram necessários os seguintes equipamentos: mesa de consistência, molde tronco-cônico, compactador metálico e instrumentos de medição (paquímetros, cronômetro). Logo da preparação da argamassa, encher o molde tronco-cônico em três camadas aproximadamente iguais, dando golpes com o compactador metálico em cada camada, levantar o molde e acionar a mesa de consistência de modo a que suba e caia 30 vezes. Imediatamente após a última queda procede-se a medir os diâmetros e registra-se as três medidas necessárias. Já com os dados coletados, pode-se realizar os próximos ensaios em estado fresco e moldar os corpos de prova.

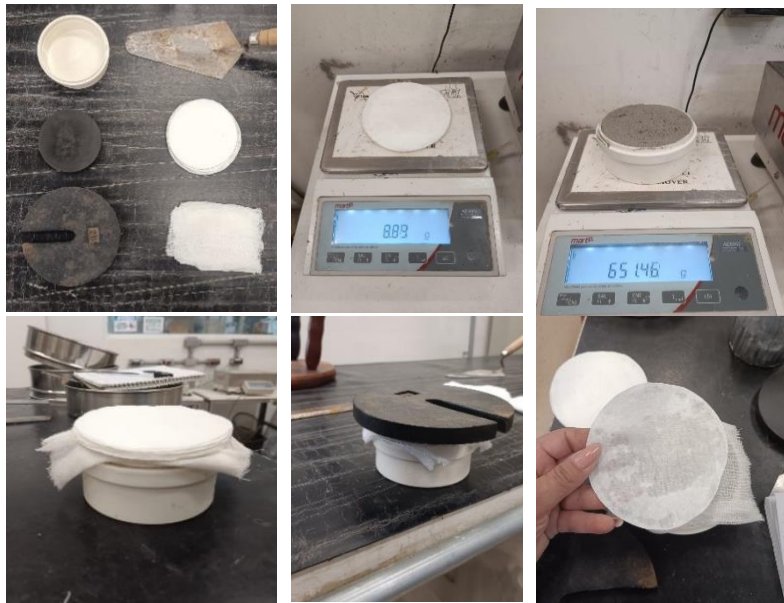
**Figura 15:** Processo da determinação do índice de consistência

Fonte: A autora. 2025

- Retenção de água – NBR 13277 (ABNT, 1995): este ensaio foi realizado com algumas adaptações dos aparelhos que estavam especificadas na norma, como o molde cilíndrico, que manteve as dimensões ( $\emptyset$  interno 100mm, altura de 50mm), e o material foi adaptado para PVC (original: metal) o peso se manteve para 2 kg, mas não com o mesmo diâmetro solicitado na norma, os

demais equipamentos se mantiveram conforme a norma. O ensaio consiste primeiramente na montagem do conjunto: molde com argamassa, gaze, papel filtro, placa e o peso. O tempo de sucção segundo a norma é de 2 minutos, finalmente retirar os discos molhados e medir o peso para calcular o valor de retenção de água.

**Figura 16:** Ensaio de retenção de água



Fonte: A autora, 2025

- Densidade de massa – NBR 13278 (ABNT, 2005): o procedimento inicia-se com a preparação adequada do recipiente metálico, que deve ser umedecido internamente para prevenir aderência do material. A argamassa recém preparada, é então cuidadosamente depositada no recipiente em três camadas sucessivas, cada uma submetida a um processo de adensamento controlado com vinte golpes de espátula, aplicados de forma sistemática para cobrir toda a área transversal. Após o preenchimento completo do recipiente, procede-se ao nivelamento da superfície com régua metálica, executando movimentos de serra para remoção do excesso de material, além da limpeza minuciosa das paredes externas para eliminar quaisquer resíduos que possam comprometer a precisão da pesagem final.

**Figura 17:** ensaio de densidade de massa no estado fresco

Fonte: A autora, 2025

### 3.2.3 Ensaio no Estado Endurecido:

- Resistência a tração na flexão – NBR 13279 (ABNT, 2005): este ensaio consiste em submeter os corpos de provas prismáticos, aos 28 dias de cura, a um carregamento crescente no regime de flexão em três pontos até a ruptura, permitindo quantificar a capacidade do material de resistir a esforços de tração na região tracionada da peça. Os corpos de prova com dimensões padronizadas de 40 mm x 40mm x 160 mm, são posicionados sobre dois apoios com vão livre de 100 mm e submetidos a uma carga central aplicada de forma controlada, assegurando que o sistema registre continuamente a carga até o momento da ruptura. A resistência é calculada com base na carga máxima suportada.

**Figura 18:** Ensaio de resistência à Tração na flexão

Fonte: A autora, 2025.

- Resistência à compressão – NBR 13279 (ABNT, 2005): este ensaio é realizado nos corpos de prova prismáticos, aos 28 dias de cura, os quais são submetidos a um carregamento axial crescente até a ruptura em uma máquina de ensaio adequadamente calibrada. A resistência à compressão é determinada pela

relação entre a carga máxima suportada e a área da seção transversal do corpo de prova. A máquina de ensaio deve possuir capacidade adequada para aplicação de carga com sistema de controle (Dispositivo de Rilem), que permita manter uma taxa constante de aplicação de tensão.

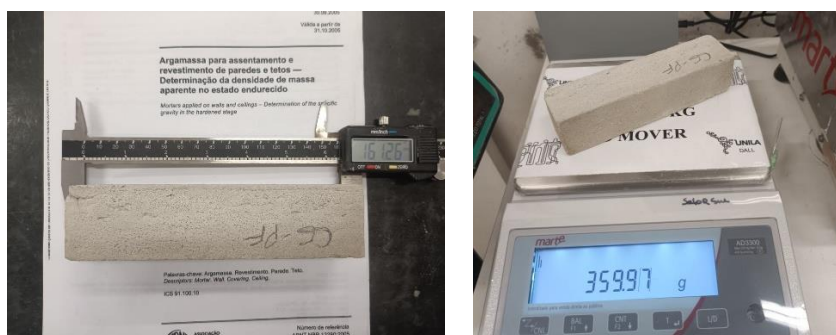
**Figura 19:** Ensaio de Resistencia a compressão axial



Fonte: A autora, 2025

- Densidade de massa aparente no estado endurecido – NBR 13280 (ABNT, 2005): este ensaio fornece dados essenciais para o cálculo do rendimento das argamassas em obra. O método consiste basicamente na determinação da massa seca de corpos de prova prismáticos, aos 28 dias, cujas dimensões são previamente medidas com precisão para o cálculo exato do volume. A densidade aparente é calculada pela relação entre a massa seca e o volume geométrico do corpo de prova.

**Figura 20:** Ensaio de densidade de massa aparente no estado endurecido

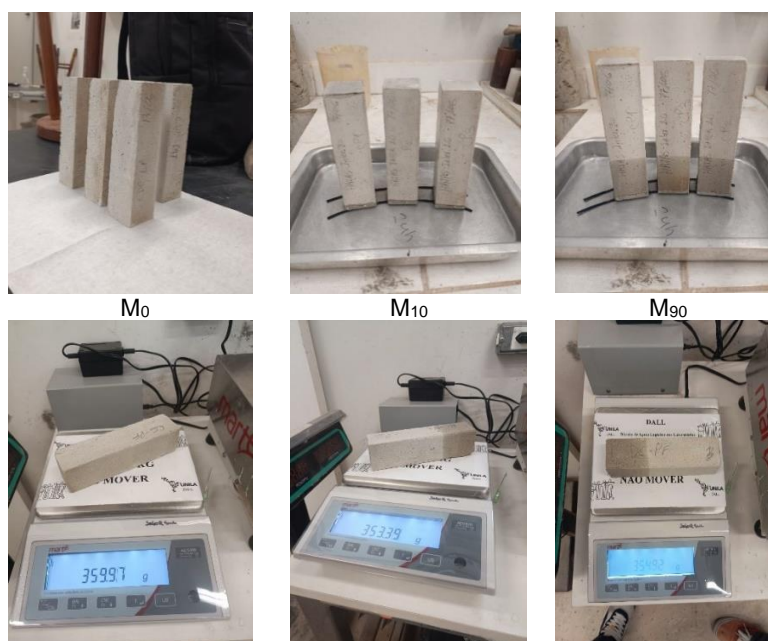


Fonte: A autora, 2025.

- Absorção por capilaridade – NBR 15259 (ABNT, 2005): aos 28 dias de cura dos corpos de prova, foi realizado o ensaio de absorção de água, fazendo primeiramente a pesagem dos corpos de prova sem ter colocado eles na água. Esses pesos são considerados como sendo a massa seca  $m_0$ . Logo, colocar

os corpos de prova em água mantendo uma profundidade de imersão constante ( $5 \pm 1$ mm), cronometrar um tempo exato de 10 minutos, retirar, secar superficialmente e pesar novamente para obter o  $m_{10}$ , em seguida, retornar os corpos de prova à água e mantê-lo por tempo adicional de 80 minutos (total 90 minutos), para finalmente voltar com a pesagem dos mesmos e obter assim o  $m_{90}$ . Com esses dados podemos calcular finalmente a absorção de água por capilaridade do material e o coeficiente de capilaridade de cada corpo de prova.

**Figura 21:** Ensaio de absorção de água por capilaridade



Fonte: A autora, 2025

- Módulo dinâmico – NBR 15630 (ABNT, 2008): ensaio não destrutivo, baseado na emissão de pulsos ultra-sônicos através de transdutores acoplados a superfície do corpo de prova, que captam o tempo de trânsito da onda entre os pontos de transmissão e recepção. A velocidade de propagação é calculada a partir da distância percorrida e o tempo registrado. Correlacionado diretamente com a rigidez do material. A precisão do método depende de fatores como o acoplamento adequado dos transdutores, a homogeneidade do material e a correta calibração do equipamento. Os resultados deste ensaio permitem inferências sobre a uniformidade do material, presença de fissuras internas e variações na compactação.

**Figura 22:** Ensaio para determinação do módulo de Elasticidade

Fonte: A autora, 2025

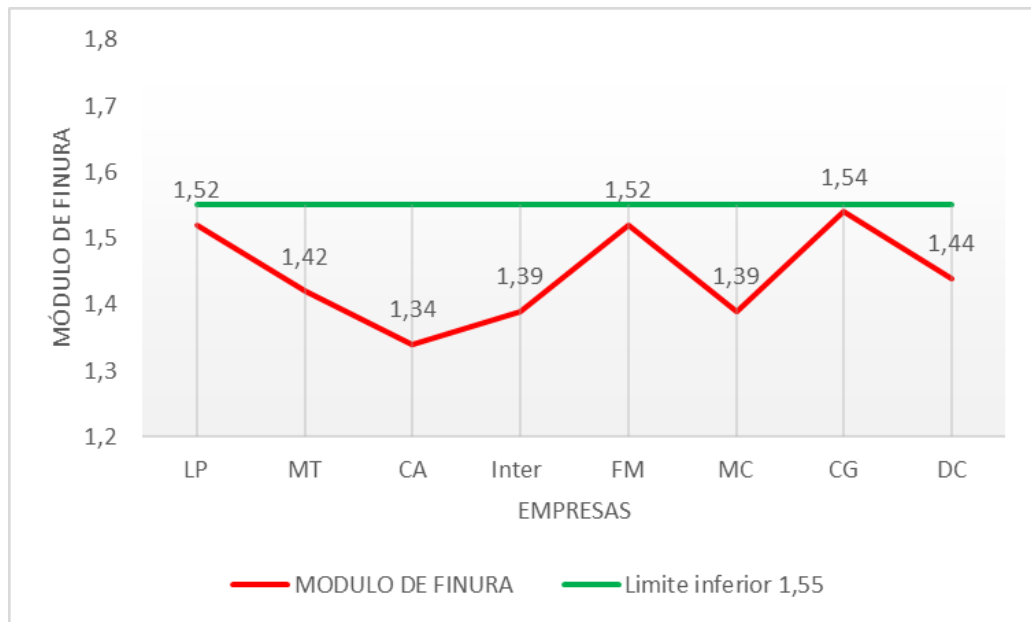
## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta etapa serão apresentados os resultados obtidos, referentes aos ensaios de laboratório nas argamassas. Vão ser comparados os resultados que se adequaram aos requisitos mínimos indicados nas normas, identificando as argamassas que os cumprem, analisando quais as causas para as argamassas que não atenderam aos critérios (matéria prima, traço etc.).

### 4.1 Análise granulométrica

Primeiramente, com a análise granulométrica de cada amostra de areia (oito ensaios), foi possível observar o módulo de finura das areias estudadas. Os resultados serão apresentados em função do módulo de finura e dos códigos de cada empresa.

Na Figura 23 estão os módulos de finura obtidos dos ensaios realizados com as areias. Observa-se que nenhuma amostra superou o limite inferior de especificação de 1,55 (NBR 7211). Caracterizando areias muito finas de acordo com a classificação da NBR 7211. Esse tipo de material tende a apresentar uma maior demanda no consumo de água e cimento para atingir a trabalhabilidade adequada.

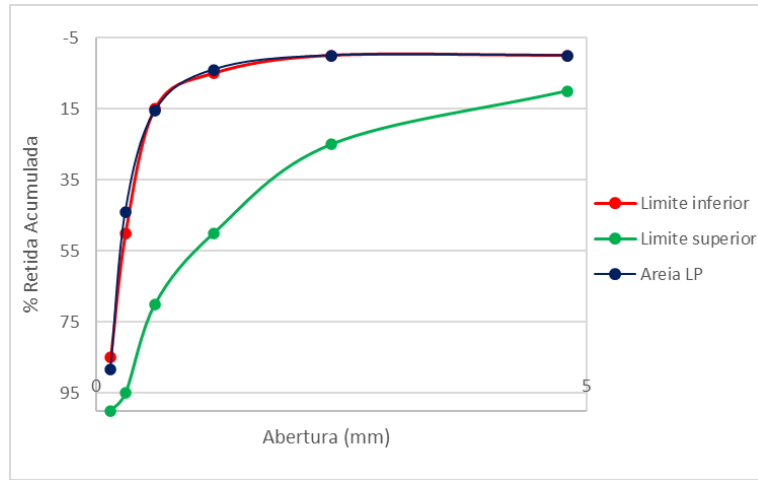
**Figura 23:** Módulos de finuras obtidos

**Fonte:** A autora, 2025.

Nota-se que as empresas CA, Inter e MC apresentaram os menores módulos de finura ( $\leq 1,34$ ) o que pode comprometer a coesão da mistura e aumentar a superfície específica. Já as empresas LP, FM e CG, com módulo de finura mais próximos, ainda podem ser consideradas areias muito finas, com um comportamento mais favorável ao uso em argamassas.

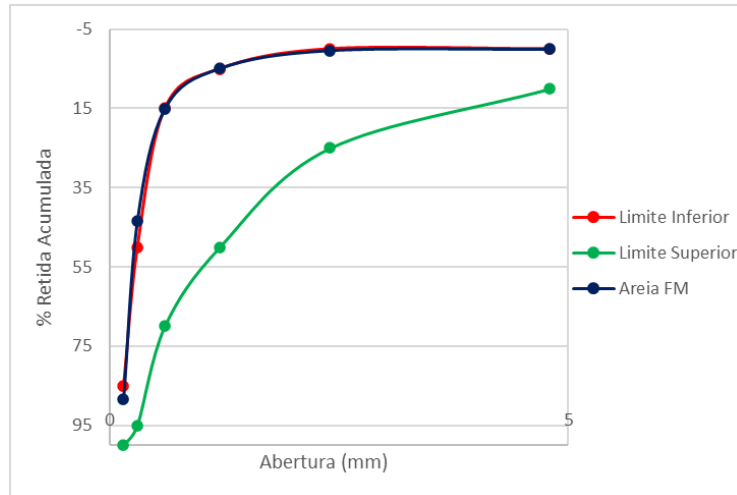
Visando melhor apresentação dos resultados, segue nas Figuras 23, 24 e 25, respectivamente, os resultados das amostras das areias das empresas LP, FM e CG. A linha azul representa o ensaio da respectiva amostra e adicionalmente estão plotados o limite inferior (linha vermelha) e limite superior (linha verde). Os demais resultados estão apresentados no Apêndice 01.

**Figura 24:** Resultado do ensaio da amostra LP



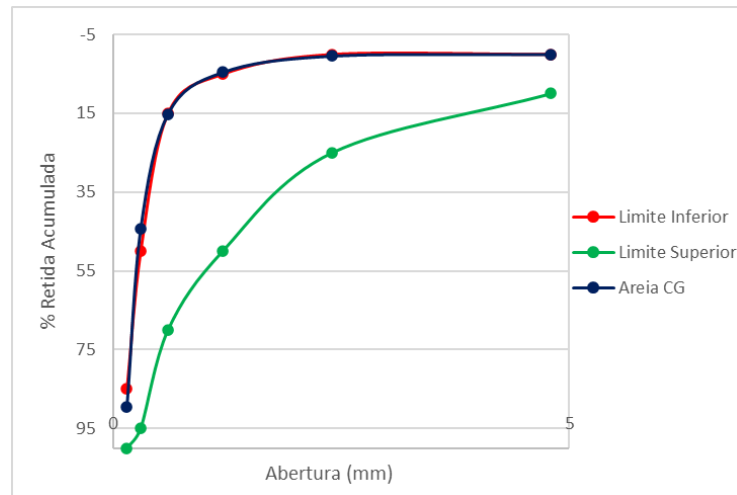
Fonte: A autora, 2025.

**Figura 25:** Resultado do ensaio da amostra FM



Fonte: A autora, 2025.

**Figura 26:** Resultado do ensaio da amostra CG



Fonte: A autora, 2025.

## 4.2 Finura do cimento Portland

Após a realização dos ensaios de granulometria das areias, foi realizado o ensaio de finura do cimento por peneiramento. Com este ensaio foi possível avaliar a influência das diferentes condições de armazenamento das empresas, ainda que todas utilizassem o mesmo tipo de cimento Portland.

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos para o percentual de resíduo retido na peneira 75  $\mu\text{m}$ , permitindo verificar eventuais variações provocadas pelas condições locais de estocagem do material.

**Tabela 1:** Resultados do ensaio de Finura do cimento Portland

Empresa	Massa (g)	Massa Retida (g)	F (%)
CDE-LP	50,01	0,5	1,0
CDE-MT	50,02	0,41	0,8
HRIAS-CA	50,01	0,36	0,7
HRIAS-INTER	50,02	0,4	0,8
MG-FM	50,01	0,53	1,1
MG-MC	50,01	0,64	1,3
PF-CG	50,02	0,57	1,1
PF-DC	50,01	0,61	1,2

Fonte: A autora, 2025.

Todos os resultados ficaram significativamente abaixo do limite máximo de 12% estabelecido pela NBR 16697 (ABNT, 2018), confirmando que o cimento mantinha excelente finura, independentemente das condições de armazenamento. As variações, embora pequenas, mostraram que as empresas MT, CA e INTER, apresentaram os valores mais baixos de finura, indicando um cimento mais fino, o que pode favorecer o ganho de resistência.

## 4.3 Finura da cal hidratada

Na sequência dos ensaios, foi realizada a análise de finura da cal hidratada, conforme os procedimentos da NBR 9289 (ABNT, 2000). Todas as amostras foram do mesmo tipo de cal (cal hidratada, tipo CH-III), variando apenas a marca comercial. A tabela 2 apresenta os percentuais de resíduo retido na peneira 75  $\mu\text{m}$ .

**Tabela 2:** Resultados dos ensaios de finura da cal hidratada

Empresas	Massa (g)	Retida na peneira nº 30 (g)	Retida na peneira nº 200 (g)	F30 (%)	F200 (%)
CDE-LP	50,01	0,25	6,8	0,50	14,1
CDE-MT	50,04	0,21	7	0,42	14,4
HRIAS-CA	50,01	0,19	6,4	0,38	13,2
HRIAS-INTER	50,02	0,20	6,8	0,40	14,0
MG-FM	50,03	0,20	6,6	0,40	13,6
MG-MC	50,03	0,25	6,6	0,50	13,7
PF-CG	50,01	0,20	6,8	0,40	14,0
PF-DC	50,01	0,21	6,7	0,42	13,8

Fonte: A autora, 2025.

Conforme a NBR 7175, o percentual de resíduo na peneira 75 µm deve ser no máximo 15% para cal hidratada. Todas as amostras analisadas se mantiveram dentro dos limites estabelecidos, indicando conformidade em relação a finura exigida.

#### 4.4 Massa unitária solta

Em continuidade aos ensaios realizados, foi determinada a massa unitária da areia utilizada por cada uma das oito empresas, conforme os procedimentos da NBR NM 45 (ABNT, 2006). A tabela 3 apresenta os valores obtidos para a massa unitária no estado solto das areias provenientes de cada empresa.

**Tabela 3:** Resultados dos ensaios de Massa Unitária da areia solta.

Empresa	Massa Unitária em estado solto (Kg/m <sup>3</sup> )
CDE-LP	1641,3
CDE-MT	1667,0
HRIAS-CA	1623,3
HRIAS-INTER	1683,0
MG-FM	1685,7
MG-MC	1684,0
PF-CG	1670,0
PF-DC	1669,8

Fonte: A autora, 2025.

Os valores variaram entre 1623 Kg/m<sup>3</sup> e 1986 Kg/m<sup>3</sup>. Essa diferença pode ser atribuída à granulometria e à forma das partículas. As empresas INTER, FM e MC apresentam os maiores valores de massa unitária, o que pode indicar uma areia com menor presença de vazios e maior eficiência de empacotamento. Esse tipo de material

tende a exigir menor volume de pasta para preencher os espaços entre os grãos, podendo contribuir para misturas mais econômicas. Por outro lado, a areia da empresa CA apresentou menor massa unitária ( $1623 \text{ Kg/m}^3$ ), sugerindo maior volume de vazios, o que implica na necessidade de maior consumo de água para garantir trabalhabilidade adequada da argamassa.

Apesar das variações, todas as amostras apresentam valores típicos para areias utilizadas em obras.

#### 4.5 Massa específica da areia

Após a determinação da massa unitária, foi realizado o ensaio de massa específica da areia, conforme os procedimentos estabelecidos pela NBR 52 (ABNT, 2009). Neste ensaio foram determinados dois valores:

Massa específica aparente ( $d_1$ ): corresponde ao volume total incluindo os vazios entre as partículas;

Massa específica real ( $d_3$ ): refere-se apenas a densidade do sólido, desconsiderando os vazios.

Os resultados obtidos para as oito amostras analisadas estão presentes na Tabela 4.

**Tabela 4:** Resultados dos ensaios de Massa específica aparente e Massa específica real

Empresa	Massa Específica aparente $d_1$ ( $\text{Kg/m}^3$ )	Massa Específica $d_3$ ( $\text{Kg/m}^3$ )
CDE-LP	2,3	2,4
CDE-MT	2,4	2,4
HRIAS-CA	2,5	2,5
HRIAS-INTER	2,4	2,4
MG-FM	2,5	2,5
MG-MC	2,4	2,4
PF-CG	2,5	2,5
PF-DC	2,4	2,4

**Fonte:** A autora, 2025.

Observa-se que os valores de massa específica aparente variaram entre 2,3 e  $2,5 \text{ g/cm}^3$ , enquanto os valores de massa específica real oscilaram entre 2,4 e  $2,5 \text{ g/cm}^3$ . Os resultados estão dentro da faixa normalmente esperada para areias utilizadas na construção civil.

#### 4.6 Massa específica do cimento e da cal

Na sequência dos ensaios, foi determinada a massa específica do cimento e da cal hidratada, utilizando-se o mesmo procedimento experimental para ambos, conforme estabelecido na norma. Este ensaio permite obter a densidade real dos materiais, desconsiderado os vazios entre partículas, sendo um dado fundamental para a dosagem por volume de argamassa. A Tabela 5 apresenta os valores obtidos para os dois materiais analisados.

**Tabela 5:** Resultados dos ensaios de Massa específica do cimento e da cal

Empresa	Massa Específica do Cimento (g/cm <sup>3</sup> )	Massa Específica da Cal (g/cm <sup>3</sup> )
CDE-LP	2,90	2,44
CDE-MT	2,93	2,45
HRIAS-CA	2,91	2,44
HRIAS-INTER	2,91	2,43
MG-FM	2,90	2,44
MG-MC	2,90	2,46
PF-CG	2,90	2,44
PF-DC	2,89	2,42

Fonte: A autora, 2025.

Observa-se que os valores de massa específica do cimento variaram entre 2,89 e 2,93 g/cm<sup>3</sup>, apesar de todas as amostras serem do mesmo tipo e marca. Essa leve variação pode estar associada as condições de estocagem nas diferentes empresas, tais como temperatura, umidade e tempo de armazenamento, que podem afetar a compactação das partículas, e conseqüentemente o volume real ocupado pelo pó.

Já os valores da massa específica da cal hidratada variaram entre 2,42 e 2,46 g/cm<sup>3</sup>, sendo que:

As empresas LP e CA utilizavam a cal hidratada remancal, com massa específica de 2,44 g/cm<sup>3</sup>.

Já as outras empresas, embora seja o mesmo tipo de cal, as massas específicas variaram um pouco, entre 2,43; 2,44; 2,45 e 2,46 g/cm<sup>3</sup>.

Essas diferenças entre as empresas, pode também estar relacionada com as condições de estocagem de cada empresa, ou a própria origem mineralógica, também pode ser considerado aditivos presentes na cal, o que afeta a densidade do material.

Embora as variações tenham sido pequenas, é importante destacar que tanto para o cimento quanto para a cal, a massa específica influencia diretamente no

rendimento volumétrico das misturas, sendo fundamental considerá-la com precisão na etapa de dosagem.

#### 4.7 Determinação do Índice de consistência

O ensaio de consistência permitiu avaliar a trabalhabilidade das argamassas por meio do índice de espalhamento .

Foram analisadas duas situações distintas:

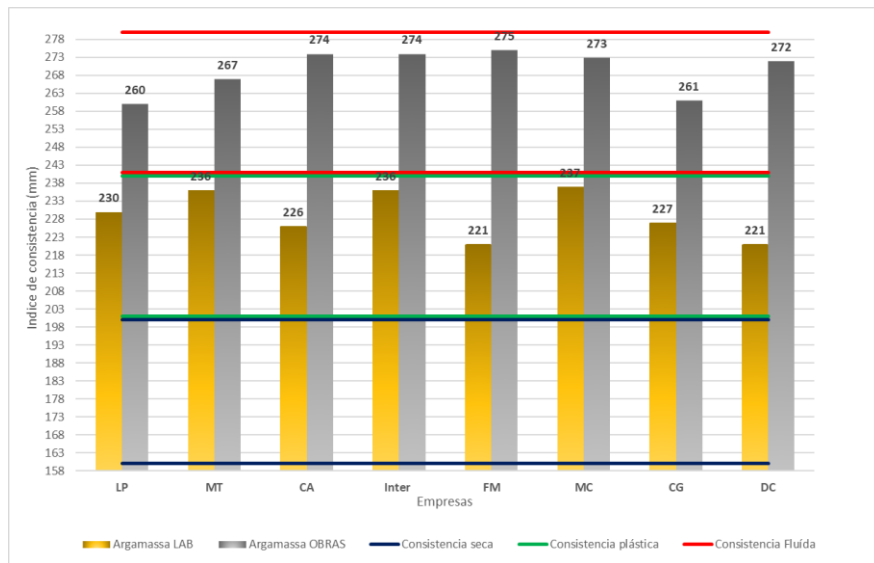
- Argamassas preparadas em laboratório, utilizando os traços fornecidos por cada empresa e respeitando os procedimentos normativos de dosagem, mistura e ensaio;
- Argamassas frescas coletadas diretamente das obras das empresas, no momento do preparo.

A Tabela 6 resume os resultados obtidos para as oito empresas analisadas, indicando o traço, o índice de consistência e a classificação da consistência conforme o espalhamento.

**Tabela 6:** Resultados dos ensaios de Índice de Consistência.

CIDADE	EMPRESAS	Traço	Índice de Consistência (mm)	Consistência
<b>Argamassa feita em laboratório</b>				
Ciudad del Este	LP	1:1:5	230	plástica
	MT	1:1:6	236	limite plástica
Hernandarias	CA	1:1,5:6	226	plástica
	Inter	1:1:5	236	limite plástica
Minga Guazú	FM	1:1,5:6	221	plástica
	MC	1:1:6	237	limite plástica
Presidente Franco	CG	1:1:5	227	plástica
	DC	1:1:5	221	plástica
<b>Argamassa feita em OBRA</b>				
Ciudad del Este	LP	1:1:5	260	Fluída
	MT	1:1:6	267	Fluída
Hernandarias	CA	1:1,5:6	274	Fluída
	Inter	1:1:5	274	Fluída
Minga Guazú	FM	1:1,5:6	275	Fluída
	MC	1:1:6	273	Fluída
Presidente Franco	CG	1:1:5	261	Fluída
	DC	1:1:5	272	Fluída

**Fonte:** A autora, 2025.

**Figura 27:** Comparação do Índice de consistência

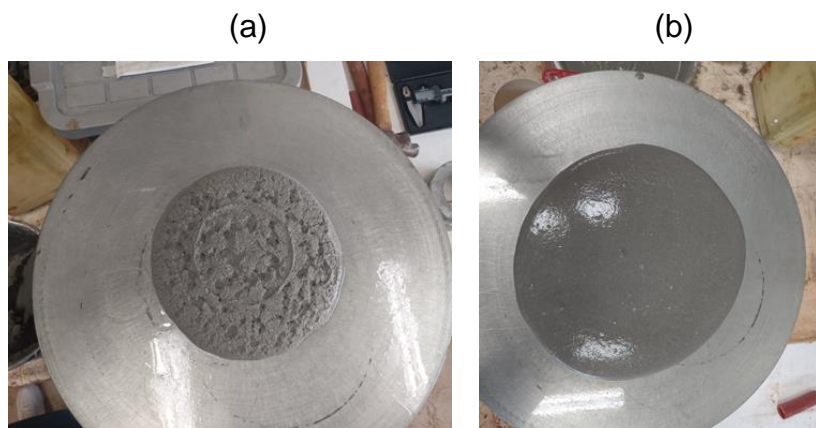
**Fonte:** A autora, 2025.

Observa-se que as argamassas preparadas em laboratório (barras amarelas, Figura 27), apresentam valores de espalhamento entre 221 mm e 237 mm, sendo classificadas como plásticas ou no limite da plasticidade, o que está dentro da faixa recomendada para boa trabalhabilidade e coesão, conforme as normas técnicas.

Em contrapartida, as argamassas coletadas em obras (barras cinzas, Figura 27), apresentam valores significativamente maiores, variando de 260 mm a 274 mm, sendo todas classificadas como fluídas. Essa diferença acentuada indica uma adição excessiva de água durante o preparo em campo, com o objetivo de facilitar aplicação.

Na Figura 28 observa-se o comportamento das duas diferentes situações visualmente.

**Figura 28:** Diferença visual do ensaio de consistência na (a) argamassa preparada em laboratório e (b) argamassa preparada em obra



**Fonte:** A autora, 2025.

Essa prática, embora comum em obras, pode comprometer a resistência mecânica, a aderência aos substratos, e gerar retração excessiva, levando a ocorrência de fissuras ou desagregação da argamassa ao longo do tempo. Esses resultados reforçam a importância do controle tecnológico em campo, visando garantir que os traços projetados sejam seguidos rigorosamente, tanto em termos de proporções como na quantidade de água adicionada.

#### 4.8 Densidade de massa no estado fresco

O ensaio de densidade de massa da argamassa fresca foi conduzido conforme os procedimentos estabelecidos pela NBR 13278 (ABNT, 2005), com o objetivo de medir a relação entre a massa e o volume da argamassa recém-preparada.

Assim como no ensaio de índice de consistência, foram analisadas as duas condições distintas. Os resultados mostraram diferenças importantes entre os dois ambientes de produção. As densidades obtidas são apresentadas na Tabela 7.

**Tabela 7:** Resultados dos ensaios de densidade de massa no estado fresco

<b>Empresa</b>	<b>Densidade massa (Kg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>Argamassa preparada no laboratório</b>	
CDE-LP	1780,00
CDE-MT	1920,00
HRIAS-CA	1853,00
HRIAS-INTER	2118,00
MG-FM	1501,00
MG-MC	1533,00
PF-CG	1505,00
PF-DC	1503,00
<b>Argamassa preparada em obra</b>	
CDE-LP	2030,00
CDE-MT	2118,00
HRIAS-CA	1852,00
HRIAS-INTER	1714,00
MG-FM	1848,00
MG-MC	1846,00
PF-CG	1764,00
PF-DC	1757,00

**Fonte:** A autora, 2025.

Observa-se que, de forma geral, as densidades de massa foram maiores nas argamassas coletadas nas obras. Esse resultado pode estar associado à adição excessiva de água no campo, como também foi identificado no ensaio de consistência,

tornando a argamassa mais fluida, ainda com maior densidade por conta do tipo de mistura e a falta de controle rigoroso na dosagem.

Por outro lado, pode-se observar que a empresa INTER apresentou um comportamento oposto com a densidade em laboratório ( $2118 \text{ Kg/m}^3$ ) significativamente maior do que a encontrada na obra ( $1714 \text{ Kg/m}^3$ ), o que pode indicar mudanças ou falhas na dosagem executiva.

#### 4.9 Retenção de água

O ensaio de retenção de água avalia a capacidade da argamassa manter a água de amassamento quando submetida a sucção. Este parâmetro é fundamental para garantir a aderência ao substrato e desempenho mecânico do revestimento, principalmente em climas quentes.

Na Tabela 8 são apresentadas as porcentagens obtidas para retenção de água nas duas situações.

**Tabela 8:** Resultado dos ensaios de retenção de água

CIDADE	EMPRESAS	Retenção de Água (Ra) %
<b>Argamassa feito em laboratório</b>		
Ciudad del Este	LP	99
	MT	99
Hernandarias	CA	99
	Inter	98
Minga Guazú	FM	99
	MC	99
Presidente Franco	CG	98
	DC	98
<b>Argamassa feito em OBRA</b>		
Ciudad del Este	LP	92
	MT	90
Hernandarias	CA	92
	Inter	90
Minga Guazú	FM	92
	MC	91
Presidente Franco	CG	90
	DC	95

Fonte: A autora, 2025.

As argamassas preparadas em laboratório apresentam índices de retenção de água entre 98% e 99%, o que se enquadra na classificação de alta retenção, conforme os critérios estabelecidos ( $Ra > 95\%$ ). Essa alta retenção é considerada excelente para

evitar fissuração e garantir boa trabalhabilidade prolongada, refletindo o controle rigoroso da composição e dos materiais utilizados em laboratório.

Por outro lado, as argamassas coletadas nas obras, apresentaram valores entre 90 e 95%, sendo classificadas como de retenção adequada, com exceção da empresa DC que obteve 95%, exatamente no limite superior. Embora adequadas, esses valores indicam um possível desequilíbrio na dosagem ou preparação em campo.

A diferença entre os dois conjuntos de resultados evidencia a importância do controle de qualidade na execução da argamassa em obra, principalmente ao que se refere ao teor de água e a proporção de finos (cimento e cal), que influenciam diretamente na retenção. A retenção adequada ou alta é essencial para garantir que a argamassa não perca água rapidamente, evitando fissuração, redução de resistência mecânica, falhas na aderência e problemas no acabamento.

#### 4.10 Densidade de massa no estado endurecido

Após a finalização dos ensaios no estado fresco, foram realizados os ensaios no estado endurecido das argamassas de revestimento. Com este ensaio é possível determinar a massa específica aparente da argamassa após sua cura, fornecendo informações importantes sobre a compactação da mistura e possíveis incorporações de ar. Valores elevados de densidade estão geralmente associados a melhor desempenho mecânico e menor porosidade, enquanto valores reduzidos podem indicar misturas mais leves, porém possivelmente mais porosas, com maiores índices de absorção.

A Tabela 9 mostra diferenças significativas entre as argamassas moldadas em laboratório e aquelas coletadas diretamente nas obras, mesmo quando seguem os mesmos traços recomendados pelas empresas.

**Tabela 9:** Resultado dos ensaios de densidade de massa no estado endurecido

CIDADE	EMPRESAS	pmax (kg/m <sup>3</sup> )	
		LAB.	OBRAS
Ciudad del este	LP	1488,4	1716,0
	MT	1426,8	1827,3
Hernandarias	CA	1365,8	1828,8
	INTER	1805,5	1761,3
Minga Guazú	FM	1259,8	1811,4
	MC	1270,8	1860,9
Presidente Franco	CG	1352,4	1715,9
	DC	1253,0	1702,6

Fonte: A autora, 2025.

As argamassas coletadas nas obras apresentaram, em quase todos os casos, valores de densidade superiores as das argamassas preparadas em laboratório. Isso indica menor incorporação de ar ou misturas mais carregadas nas obras. A diferença média de densidade entre laboratório e obra variou de 100 a mais de 500 Kg/m<sup>3</sup>, sendo bastante significativa e podendo afetar diretamente as propriedades mecânicas e a durabilidade dos revestimentos.

Esse resultado destaca a importância do controle de execução em obra, já que pequenos erros no preparo e aplicação podem gerar argamassas com propriedades distintas daquelas projetadas ou esperadas.

#### 4.11 Determinação do módulo de elasticidade dinâmico.

Este ensaio é não destrutivo e fornece uma estimativa de qualidade de argamassa em termos de compactação interna, homogeneidade e presença de vazios, sendo uma ferramenta útil para comparações entre amostras de diferentes origens. Na Tabela 10 os resultados mostram valores significativamente superiores para as argamassas feitas em obra comparado às produzidas em laboratório.

**Tabela 10:** Resultado dos ensaios de ultrassom

Empresa	Módulo de Elasticidade dinâmico (MPa)	Empresa	Módulo de Elasticidade dinâmico (MPa)
Argamassa feito em laboratório		Argamassa feito em obra	
CDE-LP	7446	CDE-LP	4875
CDE-MT	5834	CDE-MT	6420
HRIAS-CA	4185	HRIAS-CA	5513
HRIAS-INTER	9007	HRIAS-INTER	8736
MG-FM	3294	MG-FM	7314
MG-MC	3971	MG-MC	8570
PF-CG	4275	PF-CG	5425
PF-DC	3520	PF-DC	4769

**Fonte:** A autora, 2025.

A empresa INTER por exemplo apresentou os maiores valores entre todas as amostras, tanto no laboratório (9007 MPa) quanto na obra (8376 MPa), demonstrando uma argamassa de elevada qualidade e compacidade.

Por outro lado, algumas amostras de laboratório, como DC, mostraram os menores valores (3520 MPa), sugerindo uma maior presença de vazios ou menor eficiência na compactação.

#### 4.12 Absorção de água por capilaridade

Este ensaio tem como objetivo avaliar a capacidade da argamassa em absorver água por ação capilar, característica importante para entender o comportamento do material frente a umidade e sua durabilidade em longo prazo.

Foram realizadas medições aos 10 minutos e aos 90 minutos, tanto para corpos de prova moldados em laboratório quanto em amostras coletados diretamente das obras. Os resultados estão apresentados na Tabela 11.

**Tabela 11:** Resultado dos ensaios de absorção de água

Empresa	Média de absorção aos 10 min.	Média de absorção aos 90 min.
<b>Argamassa feito em laboratório</b>		
CDE-LP	0,26	0,48
CDE-MT	0,34	0,59
HRIAS-CA	0,50	0,84
HRIAS-INTER	0,44	1,16
MG-FM	0,38	0,70
MG-MC	0,47	0,73
PF-CG	0,48	0,76
PF-DC	0,57	0,98

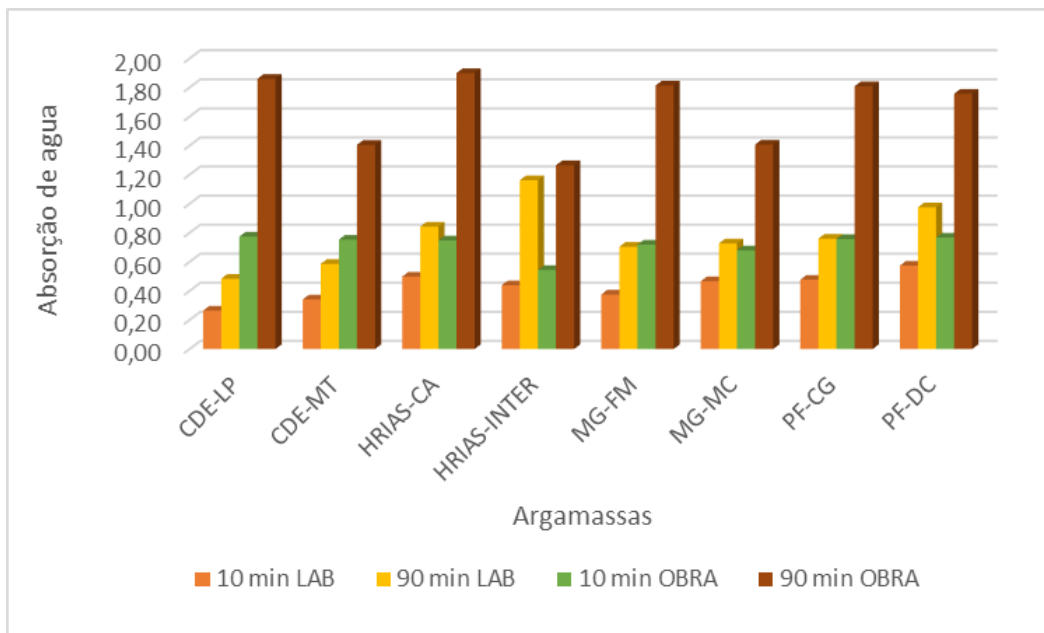
Argamassa feito em obra		
CDE-LP	0,77	1,86
CDE-MT	0,75	1,41
HRIAS-CA	0,75	1,90
HRIAS-INTER	0,54	1,27
MG-FM	0,72	1,81
MG-MC	0,68	1,41
PF-CG	0,76	1,81
PF-DC	0,77	1,76

Fonte: A autora, 2025.

Como pode ser observado na Figura 28, em todos os casos, as argamassas coletadas em obra apresentaram valores de absorção superiores aos das argamassas moldadas em laboratório, tanto aos 10 minutos quanto aos 90 minutos.

O comportamento observado sugere que as argamassas de obra possuem maior porosidade ou menos compactação, o que favorece a penetração de água e pode comprometer sua durabilidade, especialmente em ambientes sujeitos a umidade constante.

Figura 29: Diferença visual de absorção de água



Fonte: A autora, 2025.

#### 4.13 Resistencia a tração na flexão e à compressão

Os ensaios de tração na flexão permitem avaliar o comportamento da argamassa frente a esforços de flexão, simulando condições de carregamento indireto. Já o ensaio de compressão axial mede a capacidade do material resistir a

forças compressivas diretas, sendo um dos parâmetros mais importantes para caracterização da resistência mecânica da argamassa.

Os resultados obtidos nos ensaios de resistência a tração na flexão e à compressão axial são apresentados na Tabela 12. Observa-se as diferenças significativas entre as argamassas preparadas em laboratório e as coletadas nas obras.

**Tabela 12:** Resultado dos ensaios de Resistência

<b>Empresa</b>	<b>Resistência a tração na flexão (MPa)</b>	<b>Resistência a compressão axial (MPa)</b>
<b>Argamassa feito em laboratório</b>		
CDE-LP	0,83	1,69
CDE-MT	0,62	1,54
HRIAS-CA	0,52	1,30
HRIAS-INTER	1,89	5,35
MG-FM	0,93	0,85
MG-MC	1,07	1,67
PF-CG	1,45	1,19
PF-DC	1,89	1,26
<b>Argamassa feito em obra</b>		
CDE-LP	2,10	2,07
CDE-MT	2,37	5,30
HRIAS-CA	2,02	3,12
HRIAS-INTER	2,11	5,05
MG-FM	1,13	4,46
MG-MC	2,33	5,48
PF-CG	1,29	2,01
PF-DC	0,77	1,84

**Fonte:** A autora, 2025.

De forma inusitada, observa-se que a maioria das argamassas produzidas em obra apresentaram resistências superiores às produzidas em laboratório, contrariando a tendência habitual. Esse comportamento pode estar relacionado ao maior tempo de mistura ou uso de aditivos na prática, técnicas diferentes daquelas reproduzidas no laboratório, falhas no preparo ou a tendência de que por conta de que em várias empresas como percebem que com o aumento de água diminui a resistência, aumentam o consumo de cimento para compensar.

Os resultados novamente apontaram para a importância do controle rigoroso da produção da argamassa em obra, visto que variações mínimas nos materiais, traço ou execução podem impactar diretamente o desempenho mecânico.

A realização dos ensaios tanto em laboratório quanto com as amostras reais das obras foi essencial para evidenciar essas diferenças e fornecer um panorama mais realista do comportamento das argamassas no campo.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa permitiu analisar, de maneira comparativa, o comportamento de argamassas produzidas em laboratório e em campo, considerando os critérios estabelecidos pelas normas brasileiras.

Os resultados obtidos para a granulometria da areia mostraram que todas as empresas apresentaram composições fora dos limites estabelecidos pelas normas técnicas. Observou-se predomínio de areia muito fina, o que impactou diretamente no desempenho da argamassa no estado fresco. Areias mais finas aumentam a superfície específica do agregado, exigindo maior quantidade de água para garantir a trabalhabilidade, o que, por sua vez pode comprometer a resistência mecânica no estado endurecido. Os valores de massa unitária da areia variaram entre 1620 Kg/m<sup>3</sup> e 1690 Kg/m<sup>3</sup>, o que está dentro da faixa esperada para agregados miúdos, mas com variações que refletem a não uniformidade entre os fornecedores.

Em relação aos aglomerantes, os ensaios demonstraram conformidade com os valores de referência estabelecidos nas normas ABNT NBR 16605:2017 e ABNT NBR 7175:2003, a massa específica do cimento e a cal apresentaram pequenas variações, mas dentro dos padrões aceitáveis, confirmando a adequação dos materiais utilizados.

No estado fresco, os resultados do ensaio de índice de consistência evidenciaram variações relevantes entre as argamassas feitas em laboratório e as coletadas em obras. As argamassas feitas em laboratório variaram entre 221 mm a 237 mm, indicando boa trabalhabilidade. No entanto, nas amostras coletadas em obra, a consistência foi significativamente maior (260 mm a 275 mm), indicando argamassas mais fluidas. Esse aumento de fluidez pode estar relacionado ao uso excessivo de água, muitas vezes empregado em obra para facilitar a aplicação, mas que compromete a qualidade do revestimento e afeta diretamente a resistência e a durabilidade. A densidade de massa no estado fresco também seguiu essa tendência: variações maiores nas argamassas de obra, possivelmente associadas à falta de padronização no processo produtivo. E a retenção de água revelou desempenho inferior nas argamassas coletadas nas obras em comparação com as moldadas em laboratório. Essa menor capacidade de retenção pode causar segregação, perda de liga e problemas de aderência.

No estado endurecido, os resultados mostraram um contraste claro entre os dois tipos de argamassas. Em geral, as argamassas coletadas em obra apresentaram maiores resistências à compressão e à tração em comparação com as preparadas em laboratório. Isso pode estar ligado a traços mais ricos em cimento na prática, ou aditivos. No entanto a alta resistência não necessariamente representa uma argamassa de melhor qualidade, já que isso pode estar acompanhado de menor rigidez, o que compromete o desempenho do revestimento ao longo do tempo (maior chance de fissuras). Os valores de módulo de elasticidade dinâmico, avaliado por ultrassom, e de absorção de água por capilaridade, mostraram que as argamassas mais densas e rígidas tendem a absorver menos água, mas também possuem menor capacidade de acomodar deformações, indicando comportamento mais frágil, confirmando maior rigidez e melhor estrutura interna das misturas realizadas com controle tecnológico.

A análise integrada entre os dois estados mostrou: alta fluidez no estado fresco, leva à redução da densidade e à menor retenção de água, aumentando a permeabilidade. Areias muito finas resultam em maior demanda de água, o que exige aumento da dosagem de cimento para compensar a perda de resistência. Quando isso não é feito adequadamente, a argamassa apresenta baixo desempenho mecânico e maior suscetibilidade à fissuração.

Os objetivos da pesquisa foram alcançados, mas com base na análise dos ensaios e nas exigências normativas, as seguintes recomendações são propostas para aprimorar a produção e melhorar a qualidade e o desempenho do revestimento: utilizar areias com granulometria adequada, controlar rigorosamente a umidade dos agregados e ajustar a água na mistura, evitando o empírico “olhômetro” no preparo, utilizar ferramentas de medição adequadas garantindo melhor precisão na dosagem e oferecer capacitações técnicas periódicas à mão de obra envolvida nas obras.

Conclui-se então que, para garantir argamassas com alto desempenho e durabilidade, é indispensável a associação entre materiais de qualidade, controle rigoroso e cumprimento das normas técnicas. A aplicação do controle tecnológico não apenas assegura a conformidade com os parâmetros normativos, como também contribui decisivamente para a durabilidade, segurança e eficiência dos sistemas construtivos adotados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **ASTM C 270**: Standard Specification for Mortar for Unit Masonry. West Conshohocken, EUA, 2019. Disponível em: <https://www.astm.org/Standards/C270>. Acesso em: 23 fev. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13281-1**: Argamassas inorgânicas – requisitos e métodos de ensaio. Parte 1: Argamassa para revestimento de paredes e tetos. Rio de Janeiro, 2023.

ABNT. **ABNT NBR 13276**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2005.

ABNT. **ABNT NBR 16541**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura para a realização de ensaios. Rio de Janeiro, 2016.

ABNT. **ABNT NBR 13277**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da retenção de água. Rio de Janeiro, 1995.

ABNT. **ABNT NBR 13278**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro, 2005.

ABNT. **ABNT NBR 13279**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência a tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2005.

ABNT. **ABNT NBR 13280**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido. Rio de Janeiro, 2005.

ABNT. **ABNT NBR 13259**: Argamassa para revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Terminologia. Rio de Janeiro, 2013.

ABNT. **ABNT NBR 15258**: Argamassa para revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência potencial de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2021.

ABNT. **ABNT NBR 15259**: Argamassa para revestimento de paredes e tetos – Determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade. Rio de Janeiro, 2005.

ABNT. **ABNT NBR 15630**: Argamassa para revestimento de paredes e tetos – Determinação do módulo de elasticidade dinâmico através da propagação de onda ultra-sônica. Rio de Janeiro, 2009.

ABNT. **ABNT NBR 11579**: Determinação do índice de finura por meio da peneira 75 µm (nº 200) . Rio de Janeiro, 2012.

ABNT. **ABNT NBR 9289**: Cal hidratada para argamassas – determinação da finura. Rio de Janeiro, 2000.

ABNT. **NBR NM 52**: Agregado miúdo – Determinação da massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2009.

ABNT. **NBR 16915**: Agregados – Amostragem. Rio de Janeiro, 2021.

ABNT. **NBR 17054**: Agregados – Determinação da composição granulométrica – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2022.

ABNT. **NBR 16972**: Agregados – Determinação da massa unitária e do índice de vazios. Rio de Janeiro, 2021.

ABNT. **NBR 7211**: Agregado para concreto – Requisitos. Rio de Janeiro, 2022.

ABNT. **NBR 7175**: Cal hidratada para argamassa – Requisitos. Rio de Janeiro, 2003.

ABNT. **NBR 16697**: Cimento Portland – Requisitos. Rio de Janeiro, 2018.

ABNT. **NBR 16605**: Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 2017.

ABNT. **NBR 16606**: Cimento Portland – Determinação da pasta de consistência normal. Rio de Janeiro, 2018.

BONIN, Luís Carlos. **Terminologia de Argamassas**. Curitiba, 2009.

CÂMARA VIAL PARAGUAIA (CAVIALPA): **O Setor da construção é um aliado importante para o desenvolvimento do país**. (2023, 30 de junho). Disponível em: <https://acesse.dev/tMgvq>. Acesso em: 23 fev. 2024.

CECHIN, Gabriela. **Análise de fatores que exercem influência na argamassa e no processo de projeção em revestimento de paredes**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA, NORMALIZACIÓN Y METROLOGÍA (INTN). **Normalización - Organismo Nacional de Normalización**. Disponível em: <https://www.intn.gov.py/>. Acesso em: 23 fev. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA (INE): **Población total por sexo**. Ano 2023. Disponível em: <https://acesse.dev/9ySy7>. Acesso em: 23 fev. 2024.

MINISTÉRIO DE INDUSTRIA Y COMERCIO (MIC). Disponível em: <https://www.mic.gov.py/>. Acesso em: 23 fev. 2024.

PIAZZA, Fernando Antonio. **Conhecendo Argamassa**. Porto Alegre: ediPUCRS, 2012.

SANTIAGO, Cybele Celestino. Argamassas tradicionais de cal [online]. Editora da Universidade Federal da Bahia – EDUFBA, 2007.

CASTRO, T. R. de; MARTINS, C. H. **Avaliação da adição de cinzas do bagaço de cana-de-açúcar em argamassas mistas**. Revista Ambiente Construído – Porto alegre, 2016.

PCZIECZEK, Adriane. **Análise das propriedades físicas e mecânicas de argamassa para revestimento utilizando cinza volante e resíduos de borracha de pneus inservíveis**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2017.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: Microestrutura, propriedades e materiais**. Coordenadora e editora: Nicole Pagan Hasparyk. 2. ed. São Paulo: IBRACON, 2014.

NEVILLE, A. M. *Properties of Concrete*. 5ª ed. Pearson Education, 2011.

TVS DIGITAL: **Ingeniero advierte sobre fallas estructurales en Paraguay: “Urge regulación y control para salvar vidas**. (2025, julho 18). Disponível em: <https://tvs.com.py/ingeniero-advierte-sobre-fallas-estructurales-en-paraguay-urge-regulacion-y-control-para-salvar-vidas/>. Acesso em: 20 jul. 2025.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A: GRÁFICOS DAS CURVAS GRANULOMÉTRICAS DAS AREIAS CORRESPONDENTES A CADA EMPRESA.

Figura 30: Curva granulométrica da areia MT

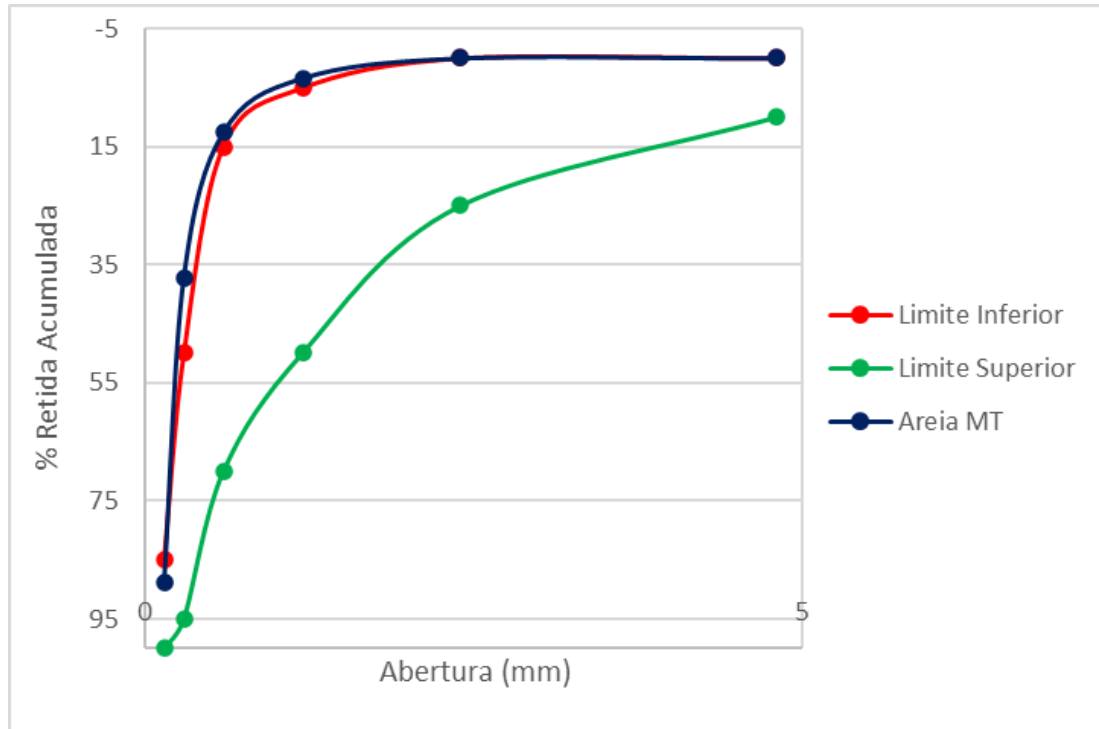
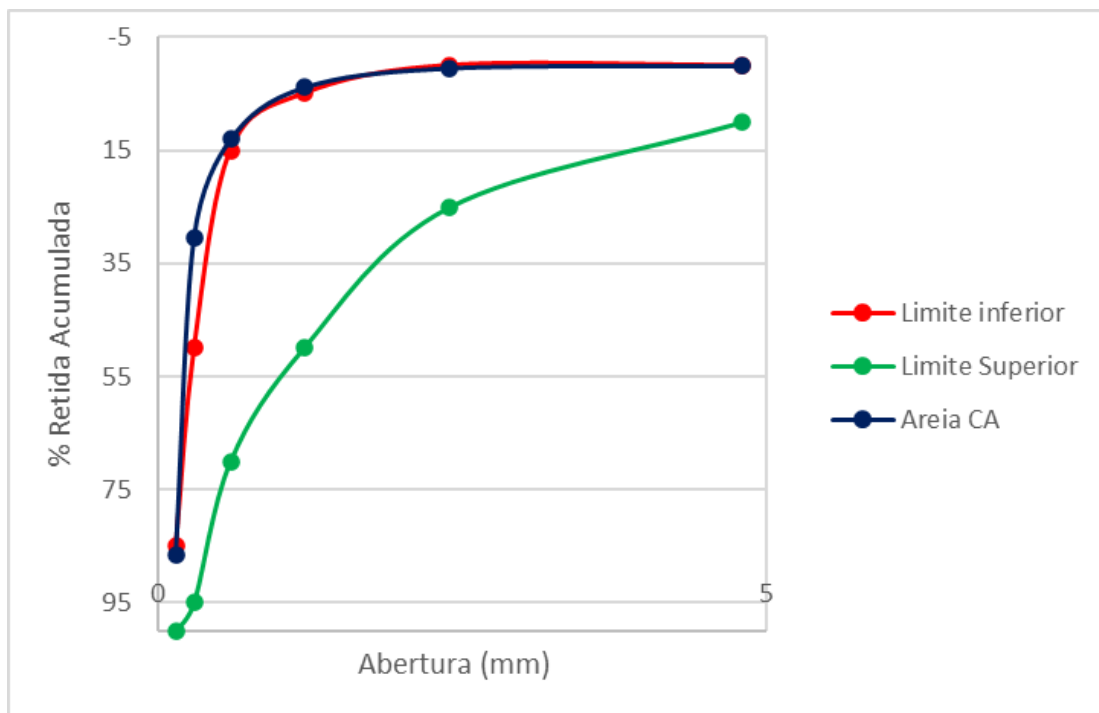
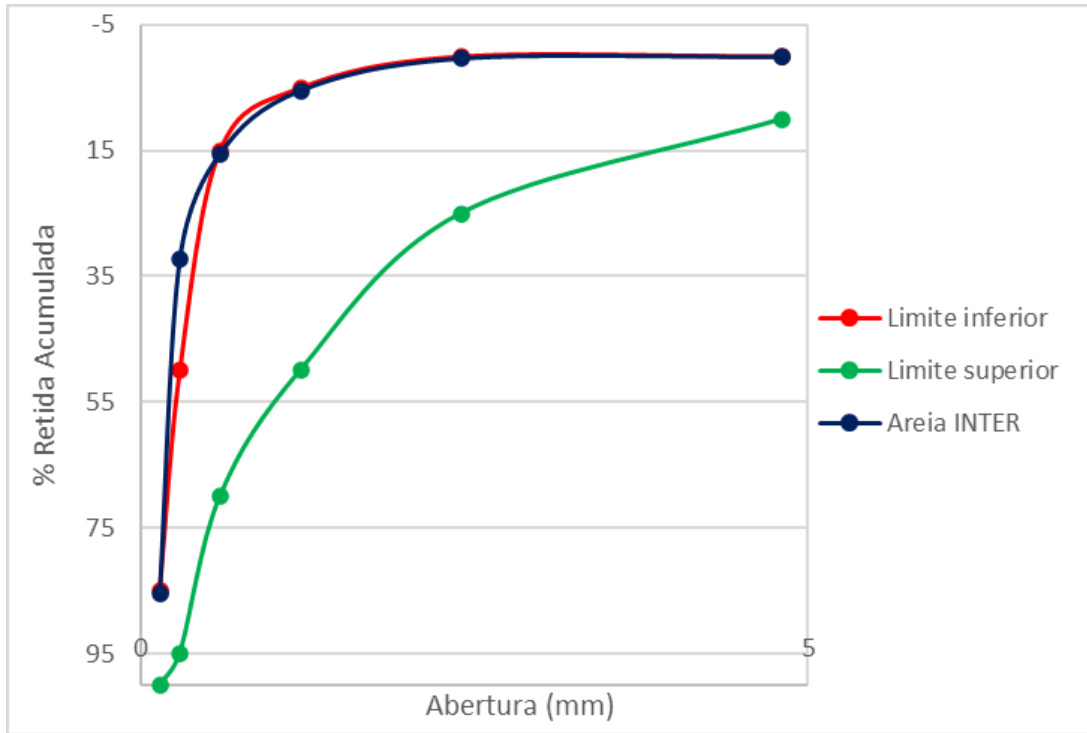


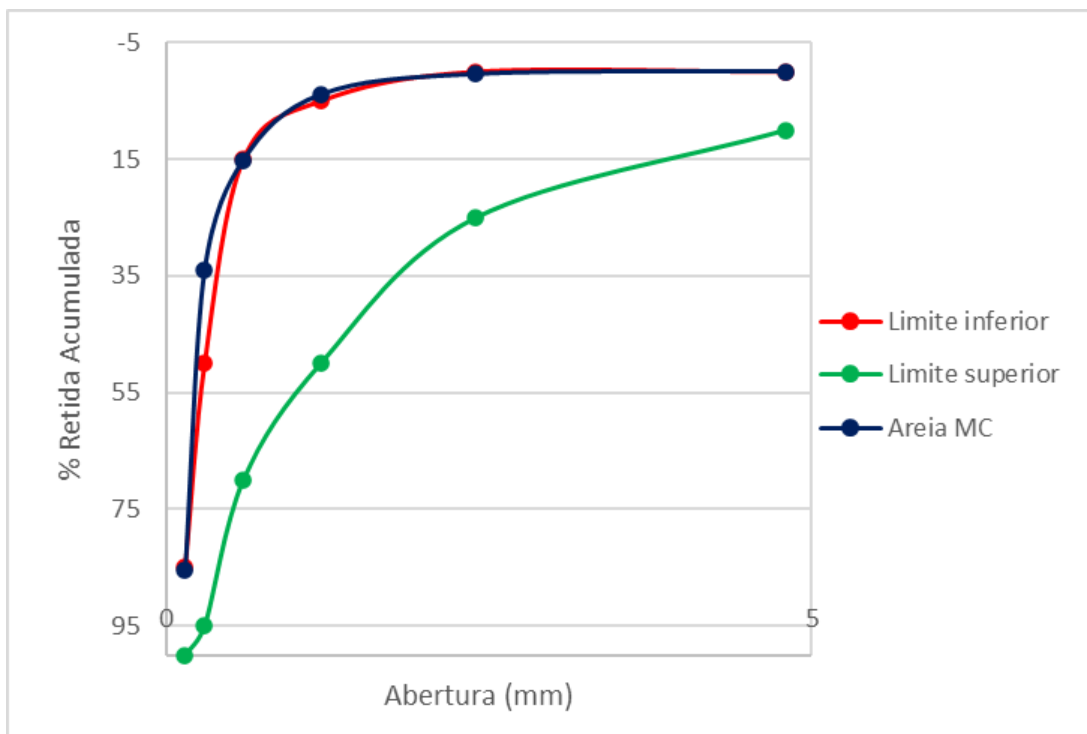
Figura 31: Curva granulométrica da areia CA.



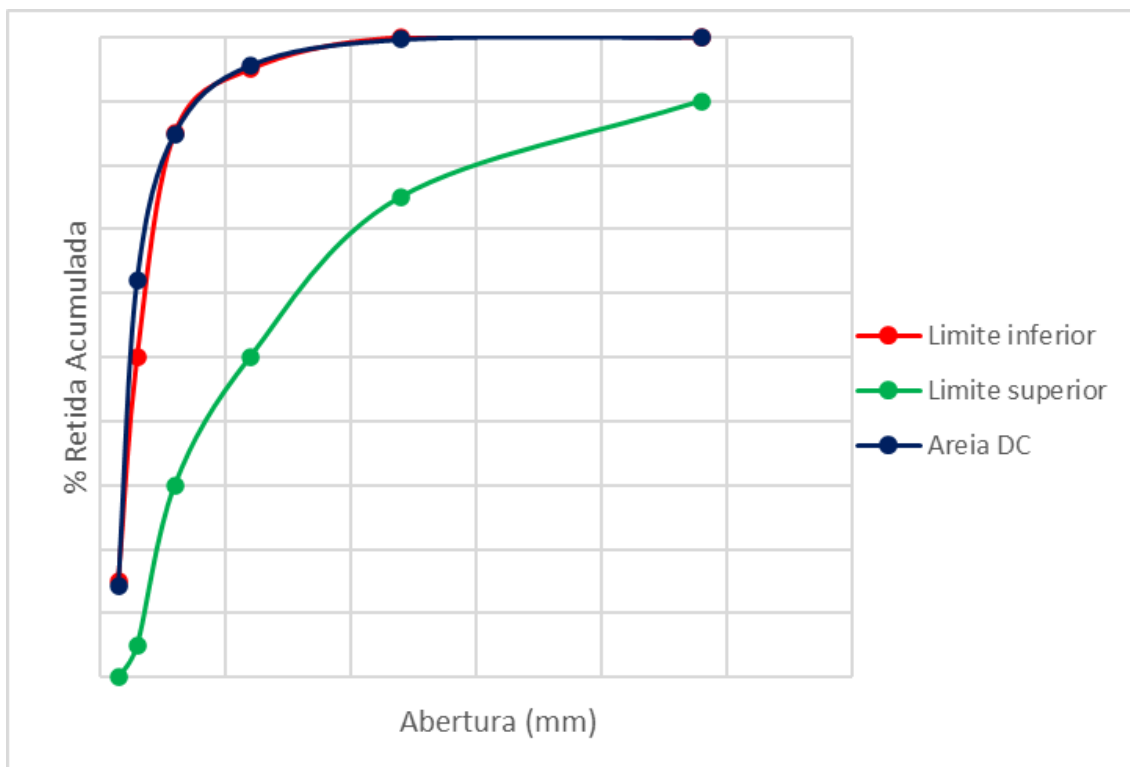
**Figura 32:** Curva granulométrica da areia INTER



**Figura 33:** Curva granulométrica da areia MC.



**Figura 34:** Curva granulométrica da areia DC.



## APÊNDICE B: QUESTIONARIO DAS ENTREVISTA REALIZADO NAS EMPRESAS.

Figura 35: Questionário para as empresas – Parte 1

### Cuestionario para las empresas constructoras

Soy estudiante de Ingeniería Civil en la UNILA y estoy realizando una investigación para mi tesis sobre el panorama de producción de mortero para revestimiento en las principales ciudades de Alto Paraná.

Su participación en esta investigación es fundamental para obtener información precisa sobre las prácticas y tendencias actuales en la producción de mortero en la región. Sus respuestas serán confidenciales, y solo se utilizarán con fines de investigación.

#### 1) Información general (No va a ser divulgado)

Empresa	
Dirección	
Profesional	
Cargo del profesional	
Años de experiencia	

¿En qué tipo de proyectos suele trabajar? (Viviendas, edificios comerciales, obras públicas, etc.).

---



---

¿Conoce las normas técnicas utilizadas para la producción de mortero para revestimiento?

Sí	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
----	--------------------------	----	--------------------------

¿Si conoce, cuáles son?

---



---

¿La empresa fabrica argamasa para revestimiento en la obra?

Sí	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
----	--------------------------	----	--------------------------

**Figura 36:** Questionário para as empresas – Parte 2

Si su empresa fabrica argamasa para revestimiento en obra, ¿podría describir brevemente el proceso de producción? ¿Qué tipo de mezcladora utiliza para la fabricación del mortero?

---

---

---

---

¿Qué tipo de cemento utiliza para la fabricación del mortero para revestimiento?

---

---

¿Qué tipo de arena utiliza para la fabricación de mortero para revestimiento?

---

---

¿Qué aditivos utiliza para la fabricación de mortero para revestimiento?

---

---

¿Hacen algún control tecnológico de esos materiales?

---

---

¿Cuál es el trazo?

---

---

¿Qué pruebas se le realiza al mortero en el estado fresco?

---

---

¿Se realizan controles de calidad del mortero en el estado endurecido?

## APÊNDICE C: SOLICITAÇÃO FORMAL DE ENTREVISTA.

Figura 37: Solicitação formal para entrevista



**Elisa Soledad Pereira Vera**  
Km 10 Acaray - Ciudad del Este  
pereirasoledad817@gmail.com  
+595985820565

**Nombre del responsable**

Empresa

Dirección

**Estimado Responsable:**

Me dirijo a usted en mi calidad de estudiante de Ingeniería Civil en la Universidad Federal de Integración Latinoamericana (UNILA), para solicitar su colaboración en el marco de mi tesis titulada "Panorama de producción de mortero para revestimiento en las principales ciudades de Alto Paraná".

El objetivo de mi investigación es analizar las distintas prácticas utilizadas en la producción de mortero, incluyendo las materias primas empleadas, los procesos de fabricación y el control de calidad implementado en cada empresa. Para ello, considero fundamental realizar visitas a diversas constructoras, donde podría llevar a cabo entrevistas con profesionales del sector y observar las obras de producción.

Además, tengo que realizar ensayos de laboratorio utilizando materiales de la zona de Alto Paraná. Por ello, me atrevo a solicitar su apoyo en la provisión de un poco de material (10 kg de arena, 10 kg de cemento y 5kg de cal), lo cual será clave para llevar a cabo los estudios de laboratorio en la universidad.

Agradecería enormemente la posibilidad de coordinar una entrevista en una fecha y horario que se adapten a su agenda, así como la oportunidad de visitar alguna de sus obras, preferentemente en etapa de revoque. Quedo a su disposición para cualquier consulta que desee realizar y espero contar con su apoyo en esta importante etapa de mi formación académica.

Agradezco de antemano su atención y quedo a la espera de su pronta respuesta.

Atentamente,

**Elisa Soledad Pereira Vera**

Estudiante de Ingeniería Civil

Universidad Federal de Integración Latinoamericana - UNILA