

**Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**  
**Departamento de Engenharia de Construção Civil**

**BT/PCC/39**

---

**Dosagem de Argamassas de Cimento  
Portland e Cal para Revestimento  
Externo de Fachada dos Edifícios**

---

**Sílvia Maria de Souza Selmo  
Paulo Roberto do Lago Helene**



Escola Politécnica - EPBC



31200052935

**São Paulo - 1991**

O presente trabalho é uma versão abreviada da dissertação de mestrado apresentada pela Eng<sup>a</sup> Sílvia Maria de Souza Selmo, sob orientação do Prof. Dr. Paulo Roberto do Lago Helene: "Dosagem de argamassas de cimento Portland e cal para revestimento externo de fachada dos edifícios".  
A íntegra da dissertação encontra-se à disposição com o autor e na Biblioteca de Engenharia Civil da Escola Politécnica/USP.

Selmo, Silvia Maria de Souza

Dosagem de argamassas de cimento Portland e cal para revestimento externo de fachada dos edifícios / S.M. de S. Selmo, P.R. do L. Helene. -- São Paulo : EPUSP, 1991.

10p. -- (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/39)

1. Revestimento de argamassa 2. Argamassas I. Helene, Paulo Roberto do Lago II. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil III. Título IV. Série

CDU 693.625  
691.53

BOLETIM TÉCNICO - TEXTOS PUBLICADOS  
TECHNICAL BULLETIN - ISSUED PAPERS

- 
- BT 01.A/86 - Ação do Incêndio sobre as Estruturas de Concreto Armado / The Effect of Fire on Reinforce Concrete - FRANCISCO R. LANDI
- BT 01.B/86 - Ação do Incêndio sobre as Estruturas de Aço / The Effect of Fire on Steel - FRANCISCO R. LANDI
- BT 02/86 - Argamassas de Assentamento para Paredes de Alvenaria / Resistent Masonry Mortar for Structural Brickwork - FERNANDO H. SABBATINI
- BT 03/86 - Controle de Qualidade do Concreto / Quality Control of the Concrete - PAULO R. L. HELENE
- BT 04/86 - Fibras Vegetais para Construção Civil - Fibra de côco Vegetable Fibres for Building - Coir Fibres - HOLMER SAVASTANO JR
- BT 05/86 - As Obras Públicas de Engenharia e a sua Função na Estruturação da Cidade de São Paulo / The Public Works of Civil Engineering and its Function on Structuring the City of São Paulo - WITOLD ZMITROWICZ
- BT 06/86 - Patologia das Construções. Procedimentos para Diagnóstico e Recuperação / Building B.Pathology. Diagnosis and Recovering Procedures - N.LICHTENSTEIN
- BT 07/86 - Medidas Preventivas de Controle de Temperatura que Induz Fissuração no Concreto Massa / Preventive Mesurements to Control the Temperature wich Produces Cracking in Mass Concrete - GEORGE INQUE
- BT 08/87 - O Computador e o Projeto do Edifício / The Computer and The Building Design - FRANCISCO F. CARDOSO
- BT 09/87 - Porosidade do Concreto / Concrete Porosity - VICENTE C. CAMPITELI
- BT 10/87 - Concretos Celulares Espumosos / Lightweight Concrete: Foam Concrete - OSWALDO FERREIRA
- BT 11/87 - Sistemas Prediais de Distribuição de Água Fria - Determinação das Vazões de Projeto / Building Cold Water Supply Systems - Design Flowrates Determination - MOACYR E.A. GRACA, ORESTES GONÇALVES
- BT 12/87 - Estabilização de Solos com Cimentos Pozolânicos / Soil Stabilization with Pozzolanic Cements - ALEX KENYA ABIKO
- BT 13/87 - Vazões de Projeto em Sistemas Prediais de Distribuição de Água Fria - Modelo Probabilístico para Microcomputadores / Design Flowrates in Building Cold Water Supply System - Probabilistic Model for Microcomputers - MOACYR E.A. GRACA, ORESTES GONÇALVES
- BT 14/87 - Sistemas Prediais de Coleta em Esgotos Sanitários: Modelo Conceitual para Projeto / Building Drainage Systems: A Conceptual Approach for Design - MOACYR E.A. GRACA, ORESTES GONÇALVES
- BT 15/87 - Aplicação do Método de Simulação do Desempenho Térmico de Edificações / Application of Building Thermal Performance Method- VIRGINIA ARAUJO
- BT 16/87 - A Representação do Problema de Planejamento do Espaço em Sistemas de Projeto Assistido por Computador / Space Planning Problem Representation on Computer Aided Design Systems - M.C.R. BELDERRAIN
- BT 17/87 - Aspectos da Aplicabilidade do Ensaio de Ultra-Som em Concreto / Aplicability of Ultra Sound Test in Concrete - L.T. HAMASSAKI
- BT 18/87 - O uso da Grua na Construção do Edifício / The Use of The Tower Crane in Building - N.B. LICHTENSTEIN
- BT 19/87 - A Adição de Fibras em Concreto de Baixo Consumo de Cimento e Análise da Fissuração devido à Retração / Fibre Reinforcement for Low Cement Contend Concretes and Analysis of Their Cracking due to Shrinkage - FRANCISCO DANTAS, VAHAN AGOPYAN
- BT 20/88 - Desempenho de Alvenaria à Compressão / Compression Performance of Masonry - LUIZ SÉRGIO FRANCO
- BT 21/88 - A Análise dos Liminares em Planejamento Urbano / Threshold Analysis in Urban Planning - JOSÉ L.C. RONCA, WITOLD ZMITROWICZ
- BT 22/88 - O Solo Criado - Sistemática para Avaliação do Preço / Systematic Procedures to Appraise the Value of a "Created Lot" - JOÃO R. LIMA JR.
- BT 23/90 - O Conceito de Taxa de Retorno na Análise de Empreendimentos (Uma Abordagem Crítica) / A Rate of Return in Project Analysis (A Critical Approach to the Problem) - JOÃO R. LIMA JR.

- BT 24/90 - (BE 01/87): Carta de Brasília - FIGUEIREDO FERRAZ
- BT 25/90 - O Preço das Obras Empreitadas - análise e modelo para sua formação / The Price in Construction - analysis and a simulator for calculation - JOAO R. LIMA JR.
- BT 26/90 - Sistemas de Informação para o Planejamento na Construção Civil - Gênese e Informatização - Information Systems for Planning in Civil Engineering - Genesis and Computer Aid Systems - JOAO DA ROCHA LIMA JR.
- BT 27/90 - Gerenciamento na Construção Civil - Uma Abordagem Sistêmica / Construction and Business Management in Civil Engineering - A Systemic Approach - JOAO R. LIMA JR.
- BT 28/90 - Recursos para Empreendimentos Imobiliários no Brasil - Debêntures e Fundos / Funds Real State Developments in Brasil - Debentures & Mutual Funds - JOAO R. LIMA JR.
- BT 29/90 - O Desenvolvimento Urbano: A Europa não Romana / Urban Development: Non-Roman Europe - WITOLD ZMITROWICZ
- BT 30/91 - Avaliação do Risco nas Análises Econômicas de Empreendimentos Habitacionais / Risk Analysis in Economic Evaluation for Residential Building Projects - JOAO R. LIMA JR.
- BT 31/91 - Tendências Atuais na Formação dos Engenheiros Cíveis - O Vetor da Modernidade e a Abordagem do Gerenciamento Civil / Engineering Graduation Tendencies Modern Trends and Business Administration Teaching - JOAO R. LIMA JR.
- BT/PCC/32 - Desenvolvimento de Métodos, Processos e Sistemas Construtivos - FERNANDO SABBATINI, VAHAN AGOPYAN
- BT/PCC/33 - A Laje Composta na Construção Civil - UBIRACI E.L.SOUZA, VAHAN AGOPYAN
- BT/PCC/34 - Formulação de Modelo Computacional para Análise de Redes de Hidrantes - LUIZ B.M. LATERZA, ORESTES GONÇALVES
- BT/PCC/35 - Resistência ao Fogo de Estruturas de Aço de Edifícios: Quando é Possível Empregar Perfis sem Proteção - SÍLVIO B. MELHADO, VAHAN AGOPYAN
- BT/PCC/36 - Shopping Centers: Uma Abordagem do Dimensionamento do Potencial e das Áreas de Venda - ELIANE MONETTI, JOAO R. LIMA JR.
- BT/PCC/37 - Alternativas de Projeto de Instalações Prediais de Gás em Edificações Habitacionais - EDUARDO IOSHIMOTO, ORESTES GONÇALVES
- BT/PCC/38 - Estudo dos Parâmetros Relacionados com a Utilização de Água Quente em Edifícios Residenciais - MARINA S. O. ILHA, ORESTES GONÇALVES
- BT/PCC/39 - Dosagem de Argamassas de Cimento Portland e Cal para Revestimento Externo de Fachada dos Edifícios - SÍLVIA M. S. SELNO, PAULO R. L. HELENE

## DOSAGEM DE ARGAMASSAS DE CIMENTO PORTLAND E CAL PARA REVESTIMENTO EXTERNO DE FACHADA DOS EDIFÍCIOS

Eng. Sílvia Maria de Souza Selmo

### RESUMO

Este artigo apresenta uma proposta de metodologia para dosagem experimental de argamassas mistas e controle da produção de argamassas de revestimento externo com acabamento de pintura, sendo para uso por centrais dosadoras de argamassa ou por canteiros de obra, com controle de materiais e serviços. Em muitos aspectos, a metodologia apresentada também se aplica a argamassas com outros materiais, seleção de aglomerantes ou agregados, estudo de aditivos e a argamassas com outras finalidades, tais como de revestimento interno ou de emboço para revestimentos cerâmicos.

### 1. Situação atual da produção de argamassas nos canteiros de obra

Nos canteiros de obra das edificações habitacionais e comerciais, a definição dos traços das argamassas de assentamento e revestimento é feita, em geral, para efeito de custo ou orçamento, ficando a dosagem real ao arbítrio de mestres, pedreiros ou serventes (AZEREDO, 1978). Com alguma frequência também se verifica a imposição de traços empíricos especificados em projeto, normalizados ou fruto da experiência local.

Contudo, mesmo nas obras com algum controle da produção, não há sistemática implantada para averiguar a adequação dos traços - ainda que haja problemas de trabalhabilidade, fissuração de revestimentos ou a utilização de materiais alternativos, tais como aditivos ou adições minerais substitutas da cal (sendo o consumo, em geral, fixado pelo fornecedor do produto). Entre outros

motivos, atribui-se tal situação ao desconhecimento, por parte dos<sup>2</sup> construtores, de uma metodologia racional de dosagem e dos métodos de ensaio disponíveis para avaliação tecnológica de argamassas.

Ocorre também que a NBR 7200 (INMETRO, 1982) não estabelece exigências quantitativas para as propriedades das argamassas ou revestimentos, nem tampouco faz referência a qualquer método racional de dosagem das argamassas; muito embora, em seu item 8.5, "Dosagens de mistura", prescreva que "Na escolha dos revestimentos devem ser consideradas as propriedades dos aglomerantes, a granulometria dos agregados, o processo de mistura (manual ou mecânico), os requisitos do revestimento, a qualidade da base do revestimento, o tipo de acabamento e as condições locais."

Assim, este quadro de descompasso tecnológico do assunto, motivou a autora a escrever uma dissertação de mestrado intitulada "Dosagem de Argamassas de Cimento Portland e Cal para Revestimento Externo de Fachada dos Edifícios", apresentada à EPUSP em 1989. Nesse trabalho, após análise do estado da arte sobre revestimentos externos e propriedades das argamassas, se apresenta resultados de pesquisas experimentais efetuadas sobre dosagem de argamassas. Conclui-se a dissertação com uma proposta sobre metodologia para dosagem e controle da produção de argamassas de revestimento em obra - sobre o que versa, resumidamente, o presente artigo.

## 2. Principais aspectos a serem considerados para a especificação de traço das argamassas de revestimento externo

Tendo em vista as funções dos revestimentos externos de argamassa - que são a regularização e acabamento estético das fachadas, bem como a proteção de alvenarias de vedação e sistemas estruturais dos edifícios; pode-se apontar que a durabilidade é um

dos principais requisitos de desempenho dos revestimentos, sendo afetada por diversos fatores inerentes ao material e à conjuntura do Processo Construtivo - desde a concepção das fachadas em termos de proteção contra a incidência de chuvas, até a fase de uso em que a manutenção periódica é fator importante; estando todas as etapas devidamente respaldadas por um programa de controle de qualidade eficiente.

Na prática, se reconhece que é inviável a ponderação de todos os fatores teoricamente envolvidos na definição das propriedades e, por conseguinte, na especificação empírica ou experimental de traços de argamassa. Mas, recomenda-se considerar, em uma análise sucinta, as condições de exposição às intempéries das fachadas; a natureza da base a ser revestida; as condições de execução (sejam decorrentes da técnica de aplicação do revestimento ou do controle dos serviços); bem como as características do acabamento previsto.

### 3. Proposta de parâmetros para a especificação e metodologia para dosagem experimental de argamassas de cimento Portland e cal

A proposição a ser feita neste item, visa, em princípio, a racionalização técnica e econômica da dosagem de argamassas mistas, mas só é factível e recomendável para canteiros de obras ou centrais de argamassa, em que coexistam as seguintes condições:

- a) controle tecnológico de materiais;
- b) permanente controle da central de produção de argamassas, principalmente, quanto à dosagem dos materiais;
- c) controle tecnológico dos serviços de revestimento, na medida em que os seus resultados devem ser utilizados para confirmar ou alterar a especificação inicial de dosagem, obtida pela metodologia experimental em proposição.

### 3.1 Parâmetros propostos para a especificação e controle de dosagem de argamassas

4

Como objetivo final de cálculo da metodologia de dosagem experimental, resumida no subitem 3.2 e que visa a especificação de argamassas e controle dos traços em centrais de produção, propõe-se os dois seguintes parâmetros:

a) relação "agregado+cal/cimento", em massa, para materiais secos;

b) relação "areia/finos", também em massa e para materiais secos, conceituando-se e distinguindo-se as frações de "areia" e de "finos", simplificada, pela análise granulométrica dos materiais na peneira ABNT 0,075mm e através dos métodos atualmente vigentes para cada material, ou seja, NBR 7215 para o cimento; NBR 9289 para a cal hidratada e NBR 7219 para o agregado miúdo.

O parâmetro "agregado+cal/cimento", em massa, visa, prioritariamente, o controle das propriedades mecânicas das argamassas e revestimentos endurecidos, tendo em vista que:

a) a relação "agregado+cal/cimento", em massa, é diretamente proporcional à relação água/cimento, em massa, das argamassas no estado fresco e, portanto, determina, indiretamente, as propriedades de corpos de prova de argamassa e mesmo de revestimentos em uma dada base - como mostra a Figura 3.1-a;

b) em sendo as cals, da construção civil, um produto de qualidade relativamente variada e que muitas vezes contém teor considerável de inertes ou resíduos na peneira ABNT 0,075mm; o parâmetro proposto tem a vantagem de não ser alterado por essas impurezas da cal (1) - o que, para efeito de dosagem, diminui a

(1) Mesmo porque o resíduo da cal na peneira ABNT 0,075mm não pode, a rigor, ser considerado como "aglomerante".

sua parcela de responsabilidade sobre as propriedades físicas e mecânicas dos revestimentos de argamassas mistas. 5

Cabe salientar que a proposição feita não despreza a atuação da cal (hidróxidos de cálcio e magnésio) como "material aglomerante", mas sim considera que:

a) frente ao potencial aglomerante do cimento Portland, o material seja considerado, na prática de dosagem, com a função principal de promover plasticidade às argamassas no estado fresco, isto é, como "material plastificante";

b) que o seu efeito nas propriedades mecânicas das argamassas mistas, frente ao potencial aglomerante do cimento, seja interpretado como "auxiliar", tanto para a hidratação do cimento Portland (2), como para a consolidação e preenchimento dos vazios do agregado miúdo, crescendo de importância à medida que a argamassa for dosada com menor teor de cimento Portland.

Quanto à proposição da relação "areia/finos", em massa, esta tem caráter probatório e visa, em princípio, o controle simultâneo da trabalhabilidade das argamassas no estado fresco e retração de secagem dos revestimentos (3). A adequação desta variável, para auxiliar o controle da retração de secagem dos revestimentos, é assunto que deverá ser pesquisado em trabalhos futuros.

Deve-se salientar que, a priori, constatou-se em trabalho experimental de laboratório, que para efeito de trabalhabilidade adequada das argamassas de revestimento, o teor total de finos menores que 0,075mm (da cal e agregado) resulta aproximadamente proporcional à massa de areia existente no traço (fração maior que 0,075mm), estando ambos referidos à massa de cimento. A despeito

(2) Uma vez que a cal tem excelente capacidade de retenção de água.

(3) Este parâmetro, aliás, é análogo ao parâmetro volumétrico corrente, que é a relação "agregado/aglomerante", em volume aparente.

do teor de "finos", em relação ao cimento, ser uma variável de fácil determinação, do ponto de vista da trabalhabilidade; entende-se que é necessário implementar uma variável de dosagem que controle simultaneamente a questão da retração e daí porque a escolha ter recaído sobre a variável "D". Mas há outros parâmetros factíveis para controle simultâneo de trabalhabilidade e retração, que deverão ser futuramente investigados, p. ex. a percentagem de finos  $< 0,075\text{mm}$ , no total de material seco das argamassas.

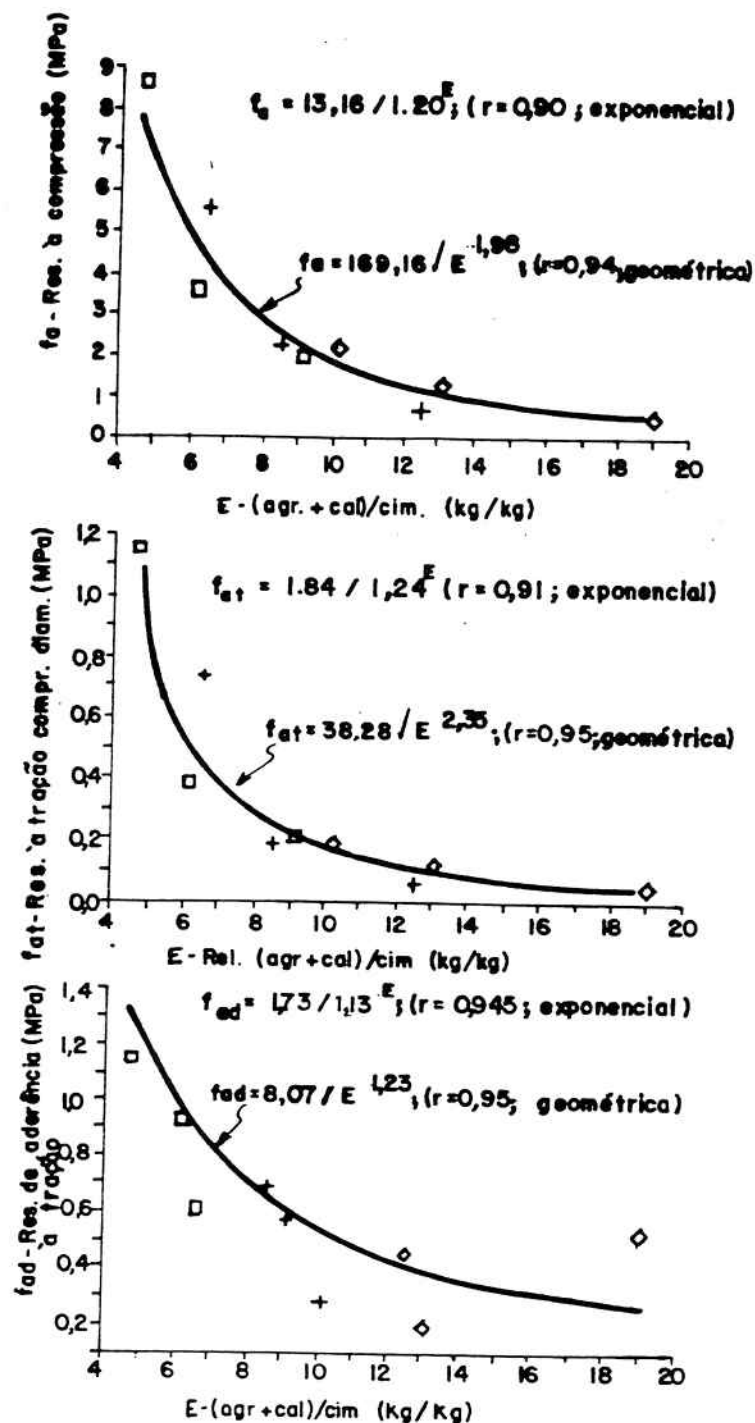
### 3.2 Metodologia proposta para dosagem experimental

Por ora, a metodologia em proposição diz respeito, tão somente, à especificação técnica inicial do traço da argamassa de revestimento externo, ao se iniciar este serviço em um dada obra e considerando-se que depois vá existir um controle dos serviços, para ratificar a adequação do traço determinado experimentalmente.

Por enquanto, inclusive, está se propondo a determinação do traço apenas com base em análise visual de fissuração dos revestimentos (p. ex. por contagem de fissuras em um percentual da área revestida) e no critério de resistência de aderência à tração, fixado pelo CSTB (1978), em parte, já de consenso no meio técnico nacional e que é o valor médio de resistência de aderência de revestimento externo ser igual, no mínimo, a  $0,3\text{ MPa}$  (4).

A metodologia de dosagem consta de duas fases - estudo de argamassas frescas e de revestimentos - descrita em detalhes na dissertação da autora (SELMO, 1989) e sintetizada nas duas primeiras colunas da Figura 3.2-a, onde também se resume as sugestões para o controle posterior da execução.

(4) A exigência de que não haja corpos de prova com resistência individual inferior a  $0,2\text{ MPa}$  não está sendo relevada em igual importância, dado que o assunto, no entender da autora, merece ainda ser estudado do ponto de vista probabilístico.



Obs.: 1) Os resultados de resistência de aderência ( $f_{ad}$ ) dizem respeito a revestimentos aplicados sobre bases de bloco de concreto chapiscadas;

2) Todos os resultados são relativos a ensaios a 63 dias de idade;

3) Estudo realizado no âmbito da dissertação de mestrado da autora (SELMO, 1989), com cimento CP 32, cal magnésiana hidratada e areia com módulo de finura 2,20, sendo a água de amassamento adicionada para obter-se trabalhabilidade adequada à execução de revestimentos pela técnica tradicional.

**Figura 3.1-a:** Resultados dos ensaios de compressão simples ( $f_a$ ) e de compressão diametral ( $f_{at}$ ) de corpos de prova cilíndricos de argamassa, bem como da resistência de aderência de revestimentos em função do parâmetro prático de dosagem proposto para as argamassas, que é a relação "agregado + cal / cimento", em massa.

# SERVIÇO DE REVESTIMENTO EXTERNO EM OBRAS DE EDIFICAÇÕES

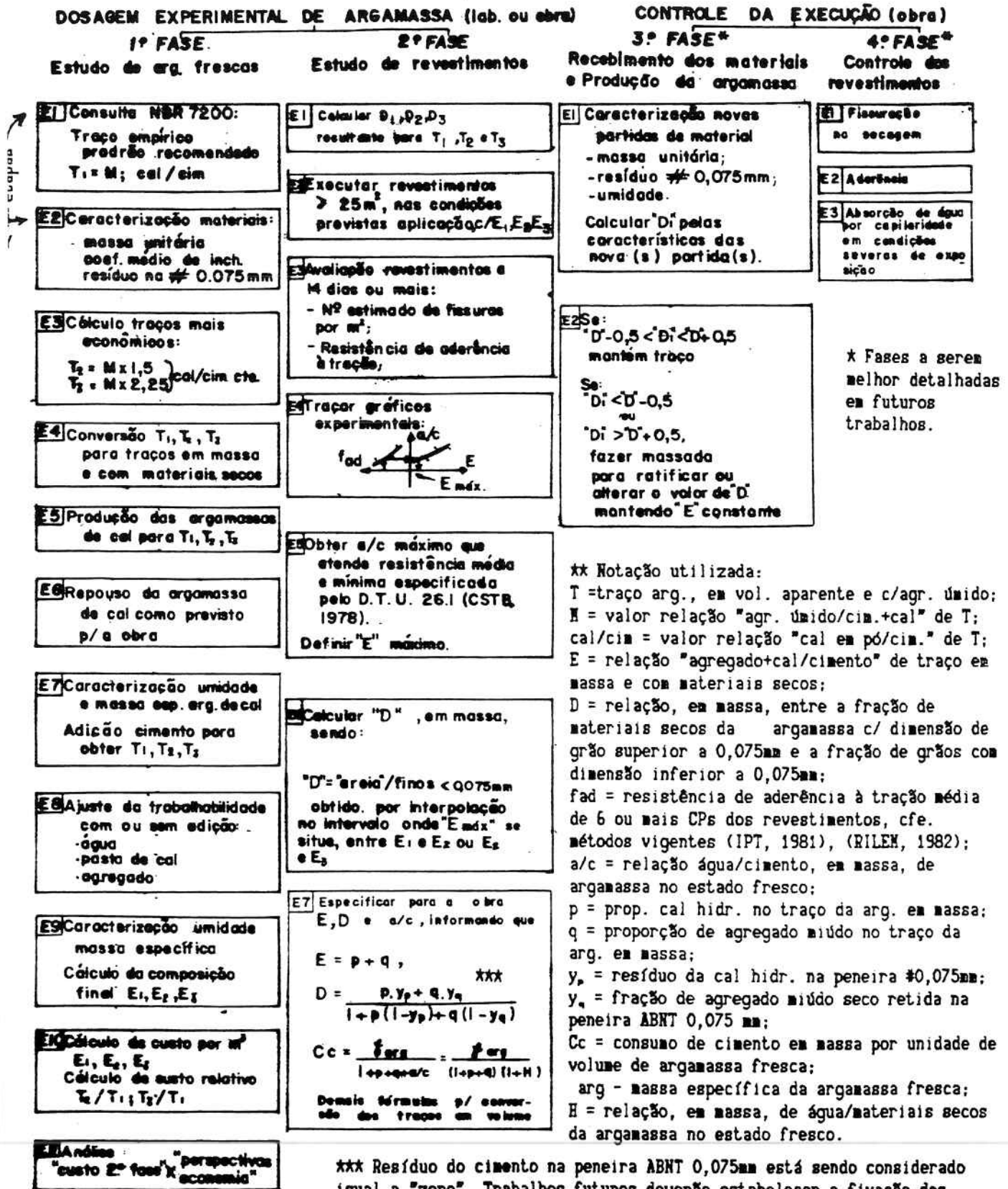


Figura 3.2-a: Fluxograma relativo à metodologia proposta para dosagem experimental de argamassas mistas.

Como objetivo inerente à qualquer seleção de materiais na engenharia, a metodologia de dosagem experimental proposta visa a ponderação racional do binômio "custo x qualidade", procurando definir argamassas de menor custo e que resultem em revestimentos com propriedades tecnológicas satisfatórias ao cumprimento de suas funções, frente às condições de aplicação e exposição previstas.

Porém, na medida em que a normalização de requisitos e critérios de desempenho ainda é insatisfatória (5); são minoria as empresas que reúnem as condições de trabalho recomendadas para a aplicação da metodologia proposta e visto a tradição secular do uso de traços empíricos de argamassa pela construção civil, cabe salientar a extensão que se pretende para tal metodologia, com as seguintes considerações:

a) que sirva de contribuição para o ensino nas escolas de engenharia, pois a formação acadêmica do engenheiro civil deve se dar, preferencialmente, sob bases tecnológicas e não por prescrições apenas empíricas, como ocorre no caso das argamassas. Tal situação, certamente, contribui para o descrédito pelo material nas obras, aumento da incidência de patologias e para a lenta racionalização dos processos construtivos tradicionais;

b) que a proposta feita possa direcionar a discussão e pesquisas do meio técnico sobre procedimentos para a dosagem de argamassas com materiais alternativos ou usos afins - p. ex. assentamento de alvenarias e revestimentos internos (onde as perspectivas de economia são ainda mais promissoras);

c) também espera-se que a metodologia possa auxiliar a uma estratégia de pesquisa, do meio técnico, para averiguar se os

(5) Por exemplo, quanto a aspectos de resistência mecânica superficial e permeabilidade à umidade.

10  
traços empíricos normalizados no estrangeiro e hoje transcritos na NBR 7200 (INMETRO, 1982) são, de fato, os mais adequados ao clima e características das bases de revestimento existentes no Brasil. Longe de suspeitar da experiência estrangeira sobre o assunto, ocorre que os tecnologistas da construção civil nacional precisam, no mínimo, conhecer os materiais que são básicos, para poder avançar com melhor domínio sobre os materiais do futuro.

## 5. Bibliografia

- AZEREDO, Helio A.. Dosagens das argamassas empregadas na construção de edifícios. São Paulo, 1978. (Dissert. de Mestrado apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo).
- CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OU BATIMENT - CSTB. D.T.U. 26.1 Travaux d'enduits aux mortiers de liants hydrauliques - cahier des charges. Paris, CSTB, Sept. 1978, 28p.
- INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL - INMETRO. NBR 7200 Revestimento de paredes e tetos com argamassas - Materiais, preparo, aplicação e manutenção - Procedimento. Rio de Janeiro, ABNT, 1982.
- IPT.ME-10 Determinação da resistência de aderência de revestimento com argamassa - Método de ensaio. São Paulo, IPT, 1981.
- INTERNATIONAL UNION OF TESTING AND RESEARCH LABORATORIES FOR MATERIALS AND STRUCTURES - RILEM. Rilem recommendations MR1-21; Testing methods of mortars and renderings. France, RILEM, 1982.
- SELMO, Sílvia M. Souza. Dosagem de argamassas de cimento portland e cal para revestimento externo de fachada dos edifícios. São Paulo, 1989. (Dissertação de Mestrado apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo).