

Nº 179280

A análise petrográfica como ferramenta fundamental na construção civil

Priscila Rodrigues Melo Leal

*Palestra apresentada no CONGRESSO
BRASILEIRO D CONCRETO, 65., 2024, Alagoas.
Palestra... 17 slides.*

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública. **REPRODUÇÃO PROIBIDA**



65°

CONGRESSO BRASILEIRO DO

CONCRETO

22 a 25 - outubro - 2024 - Alagoas - Maceió



ARTIGO 65CBC0982

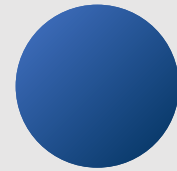
A análise petrográfica como ferramenta fundamental
na construção civil

Autora: Priscila R. M. Leal

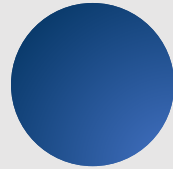




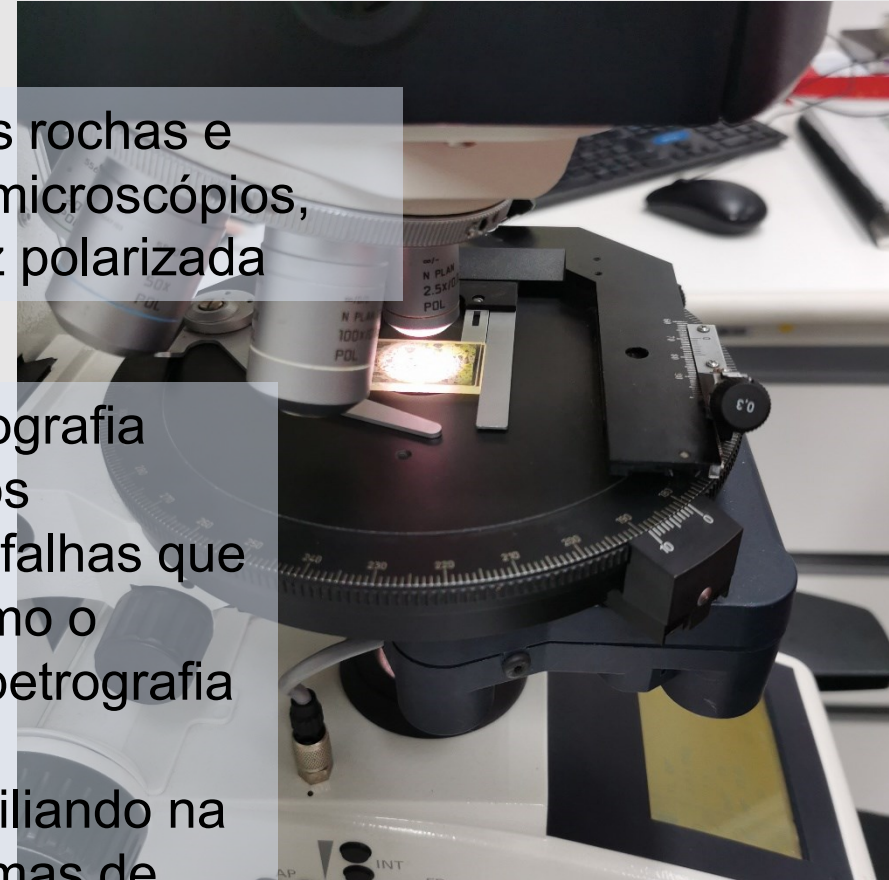
Petrografia na Engenharia Civil



Petrografia: Estudo das rochas e minerais com o uso de microscópios, especialmente os de luz polarizada



No contexto do **concreto**, a petrografia ajuda a investigar a **qualidade**, os processos de **deterioração** e as falhas que possam ocorrer em materiais como o concreto e agregados. Assim, a petrografia é uma ferramenta essencial para engenheiros e geocientistas, auxiliando na análise e **diagnóstico** de problemas de construção



ARTIGO 65CBC0982

Escalas de observação

1

Investigação em obra



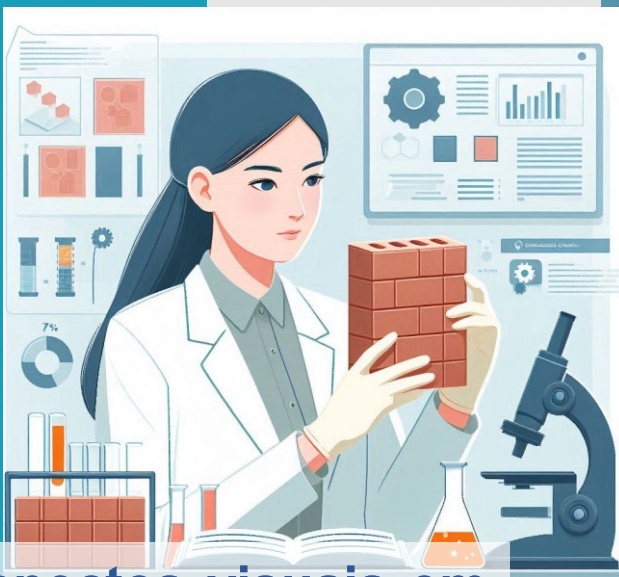
2

Identificações confirmatórias



3

Aspectos visuais em laboratório



4

Análise quantitativa



5

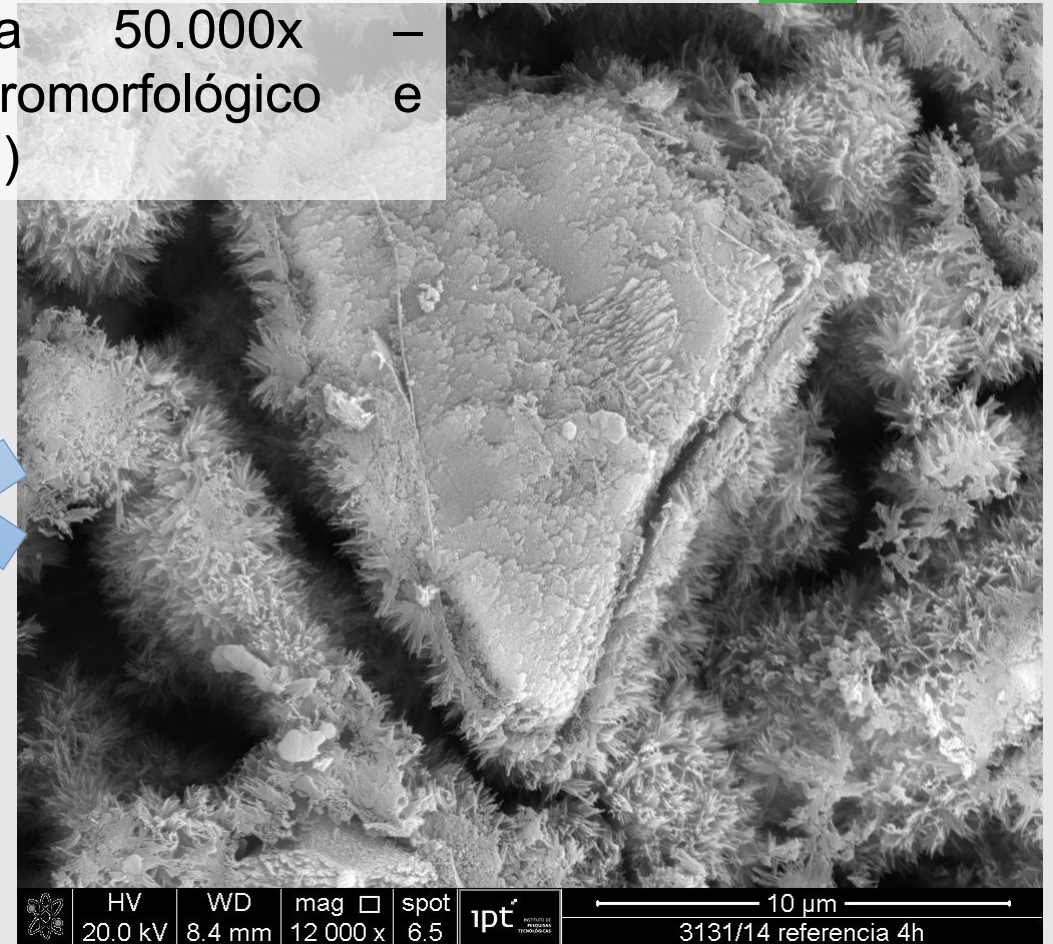
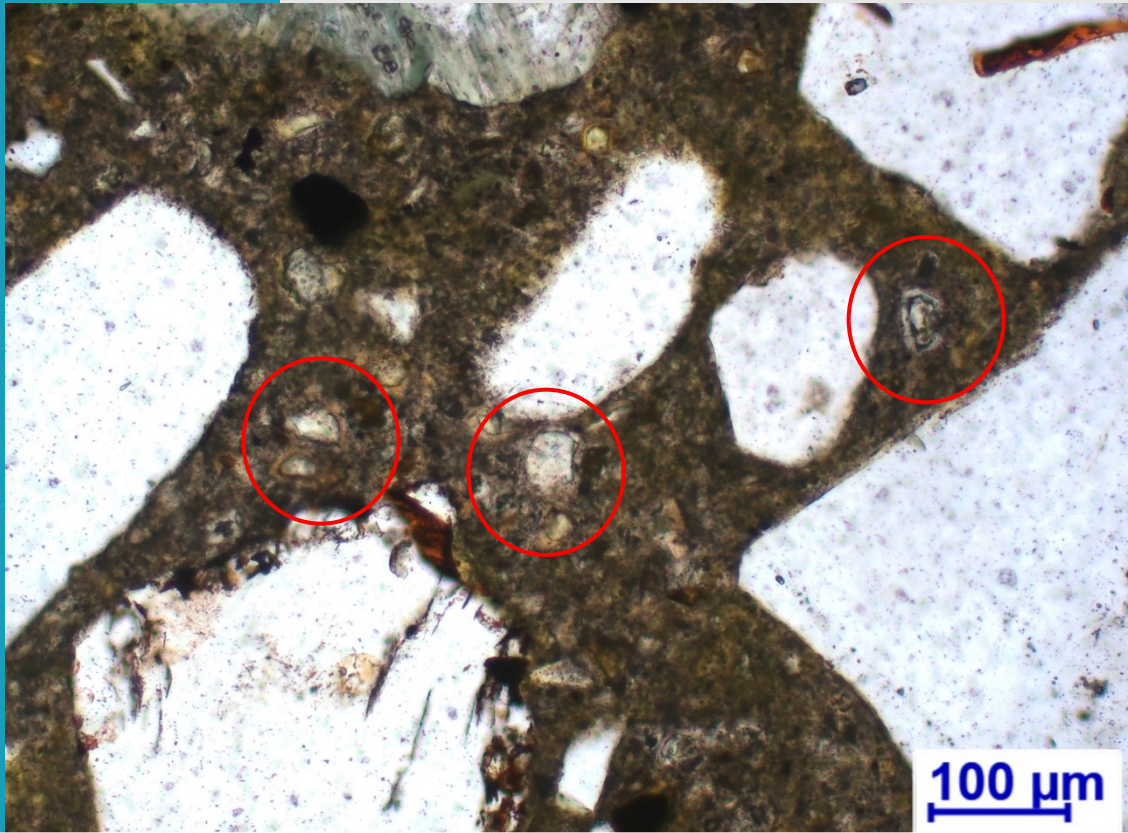
Investigações laboratoriais detalhadas





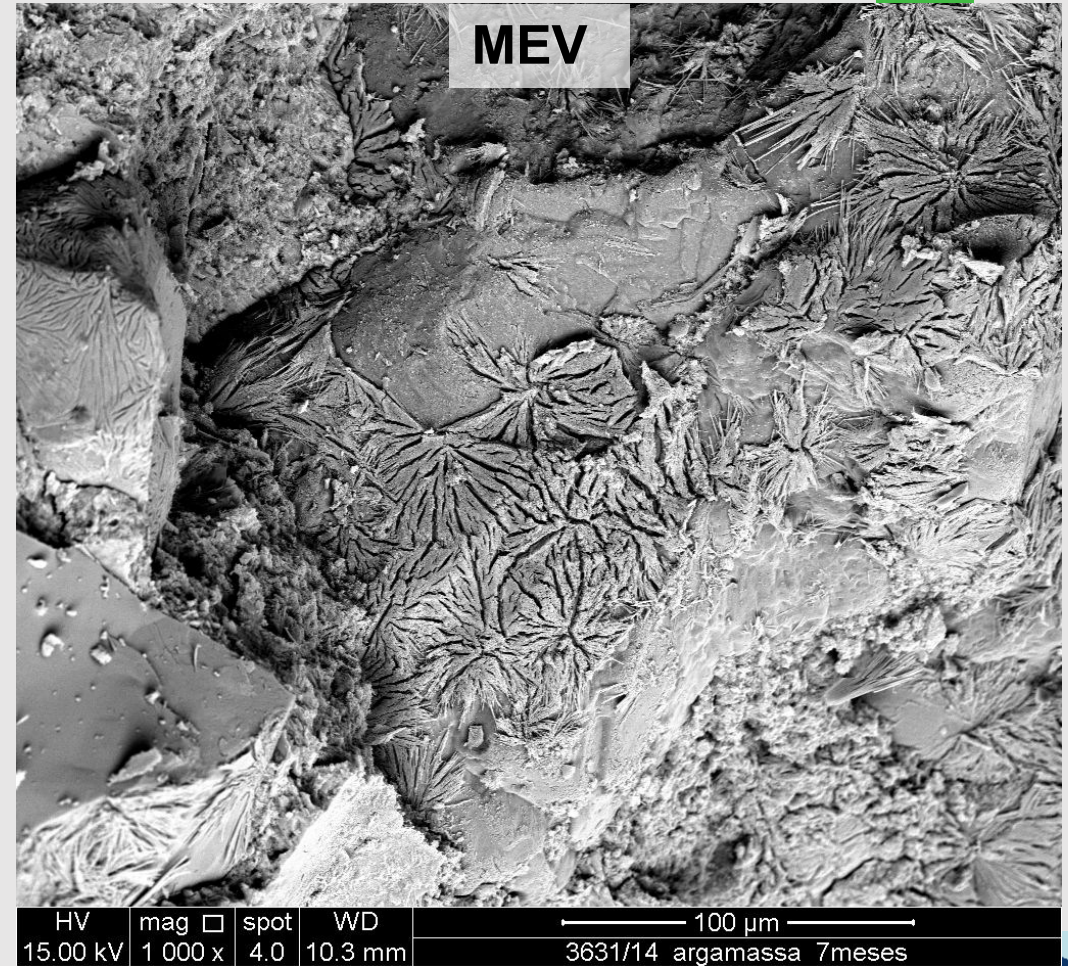
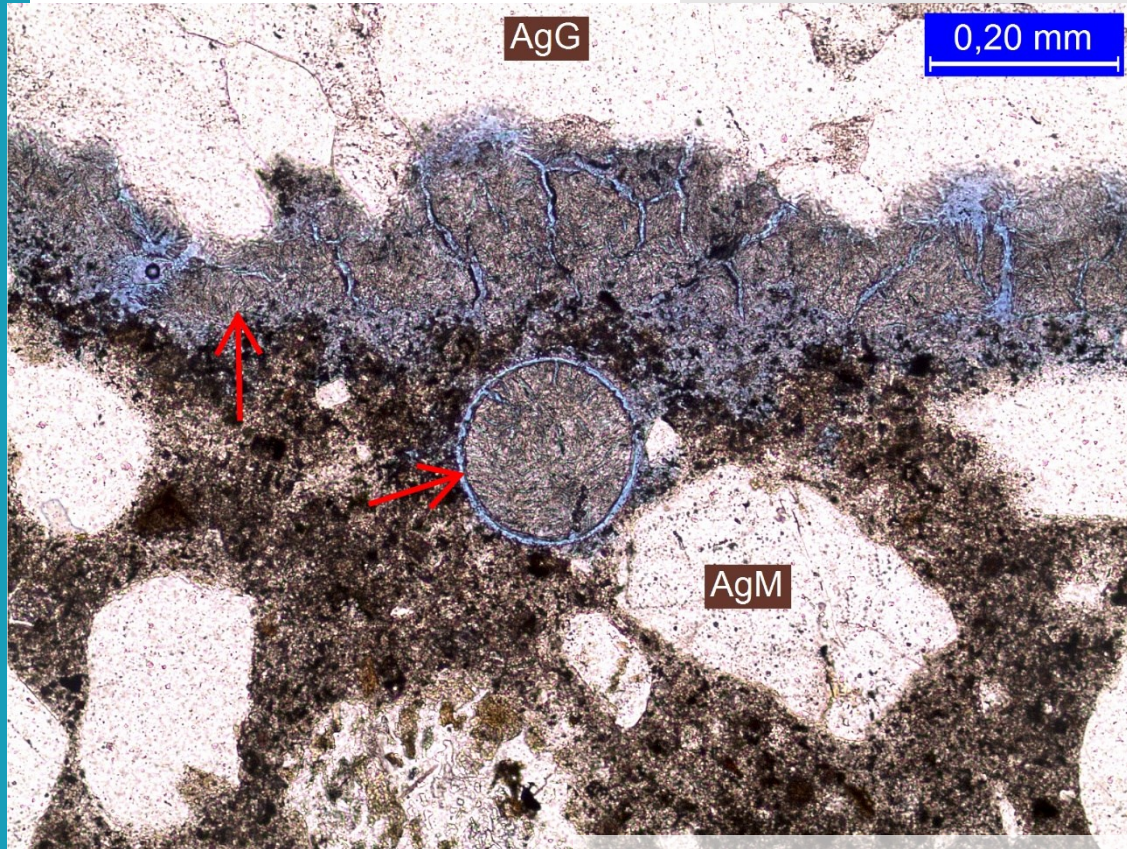
Técnicas de análise petrográfica

MEV: 1.000x a 50.000x –
detalhamento micromorfológico e
composicional (EDS)



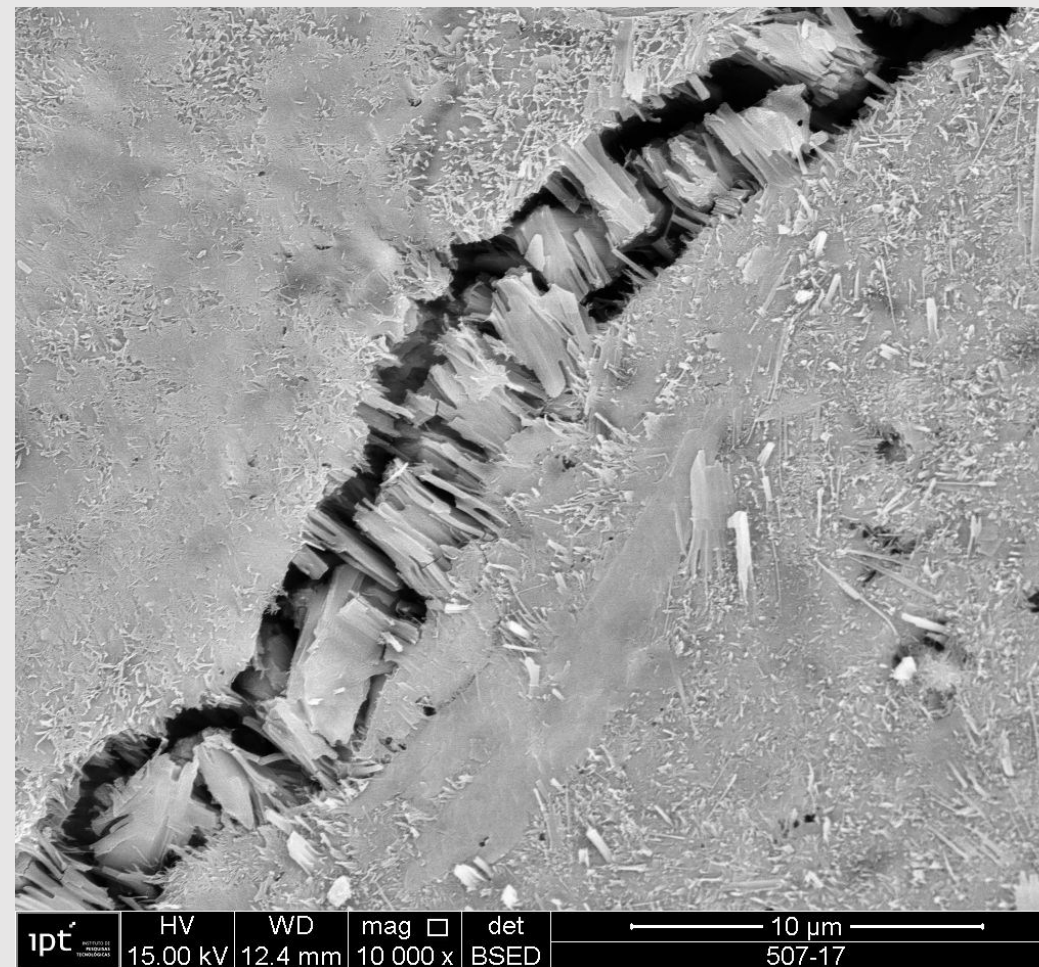
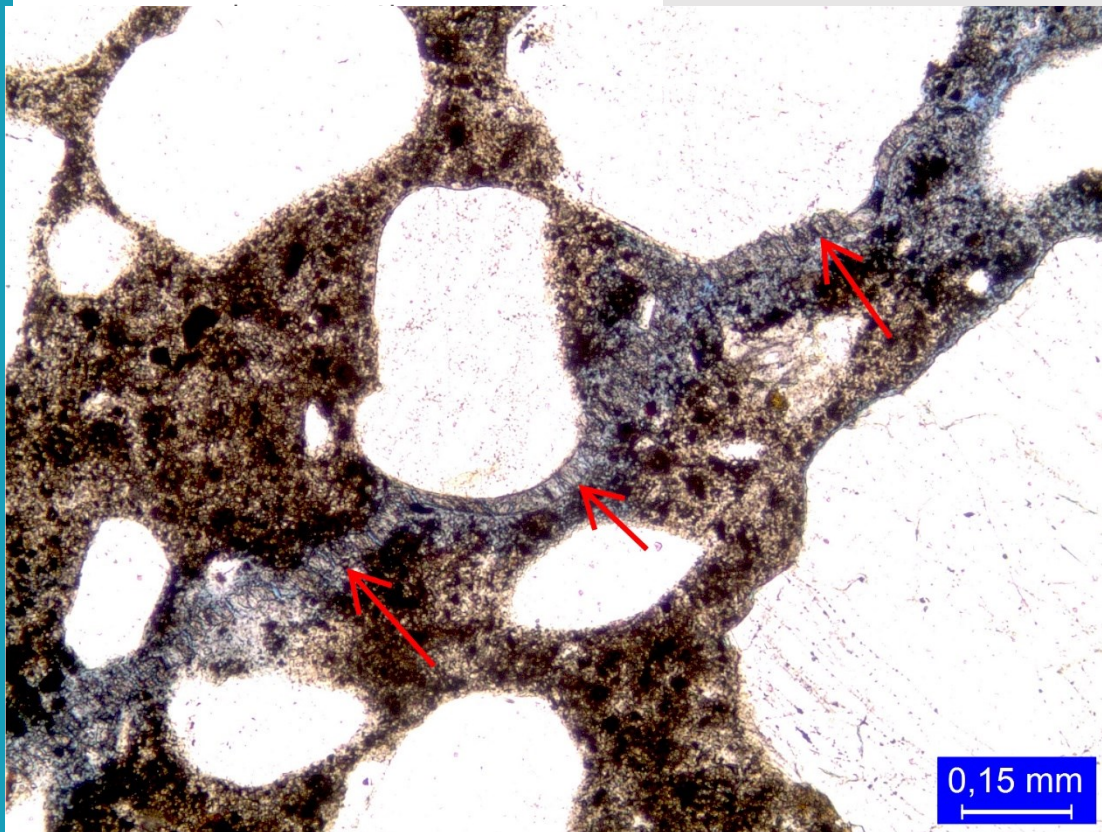
Mic. óptica: 25x a 1.000x – relação entre as fases, verificação do traço

Papel na detecção de patologias



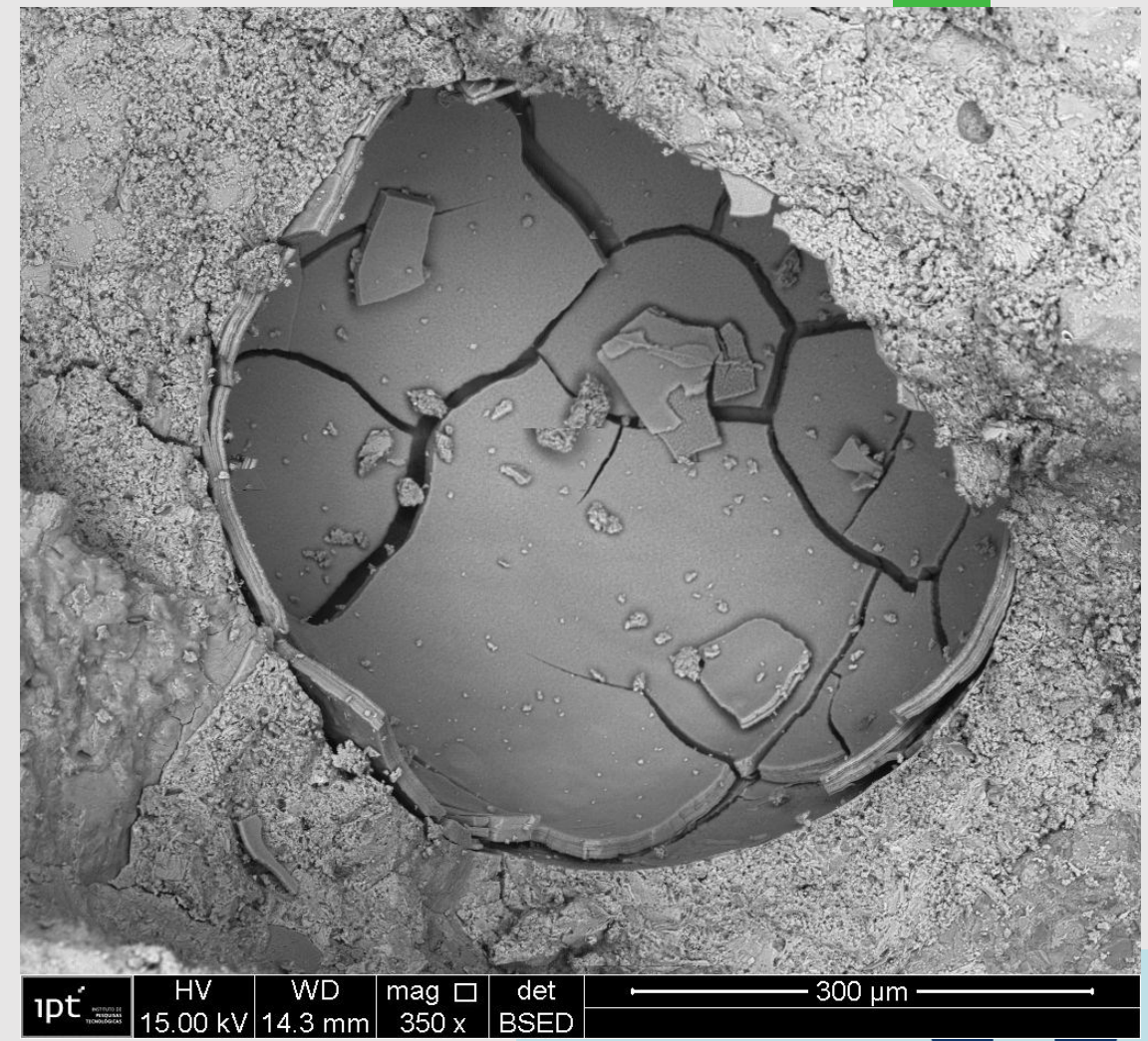
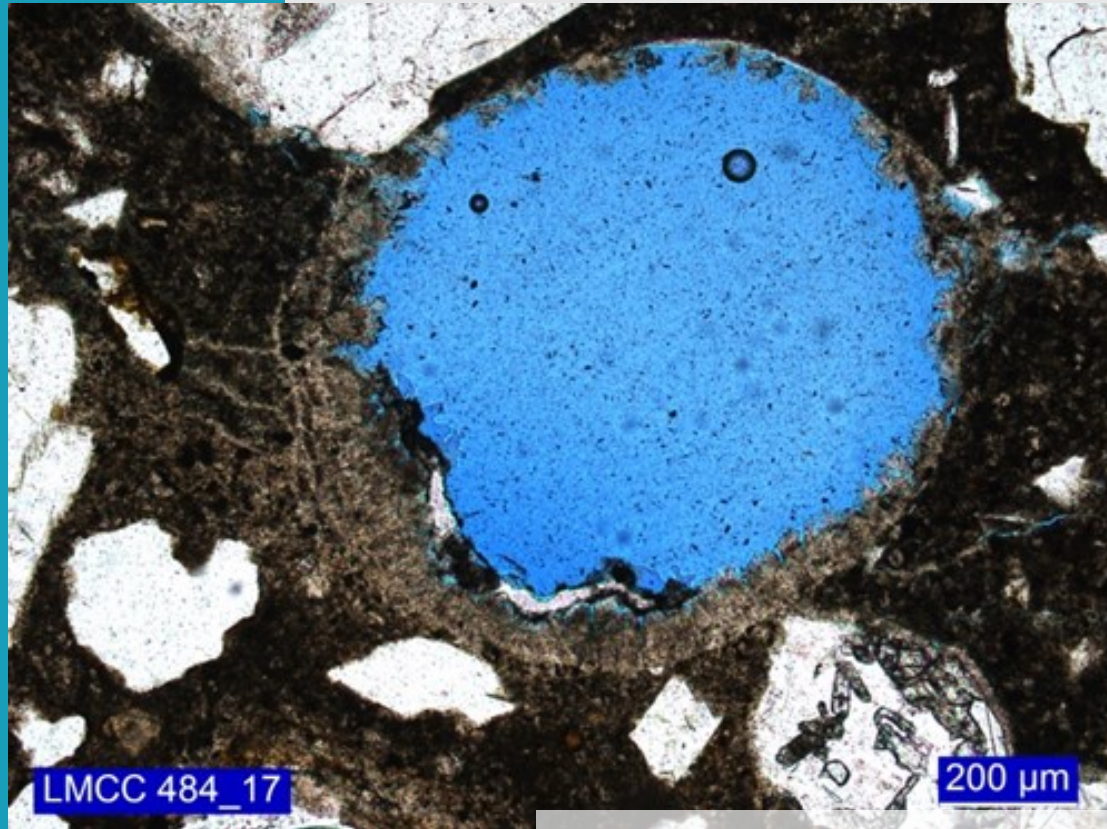
Etringita secundária na interface pasta-agregado

Papel na detecção de patologias



Etringita secundária em microfissura

Papel na detecção de patologias



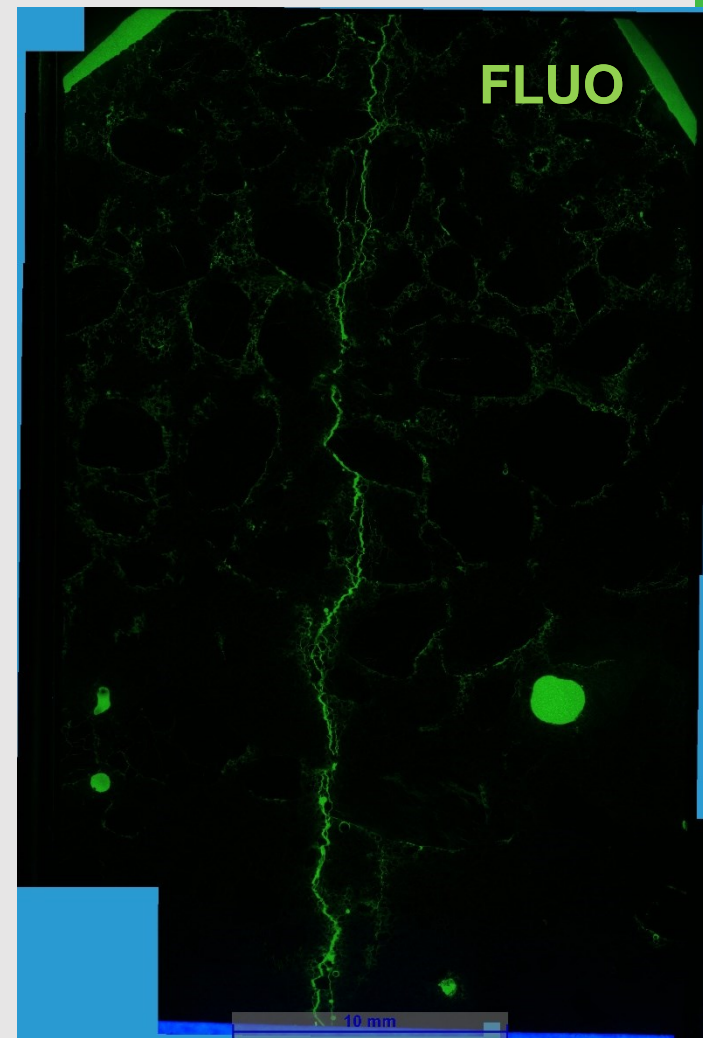
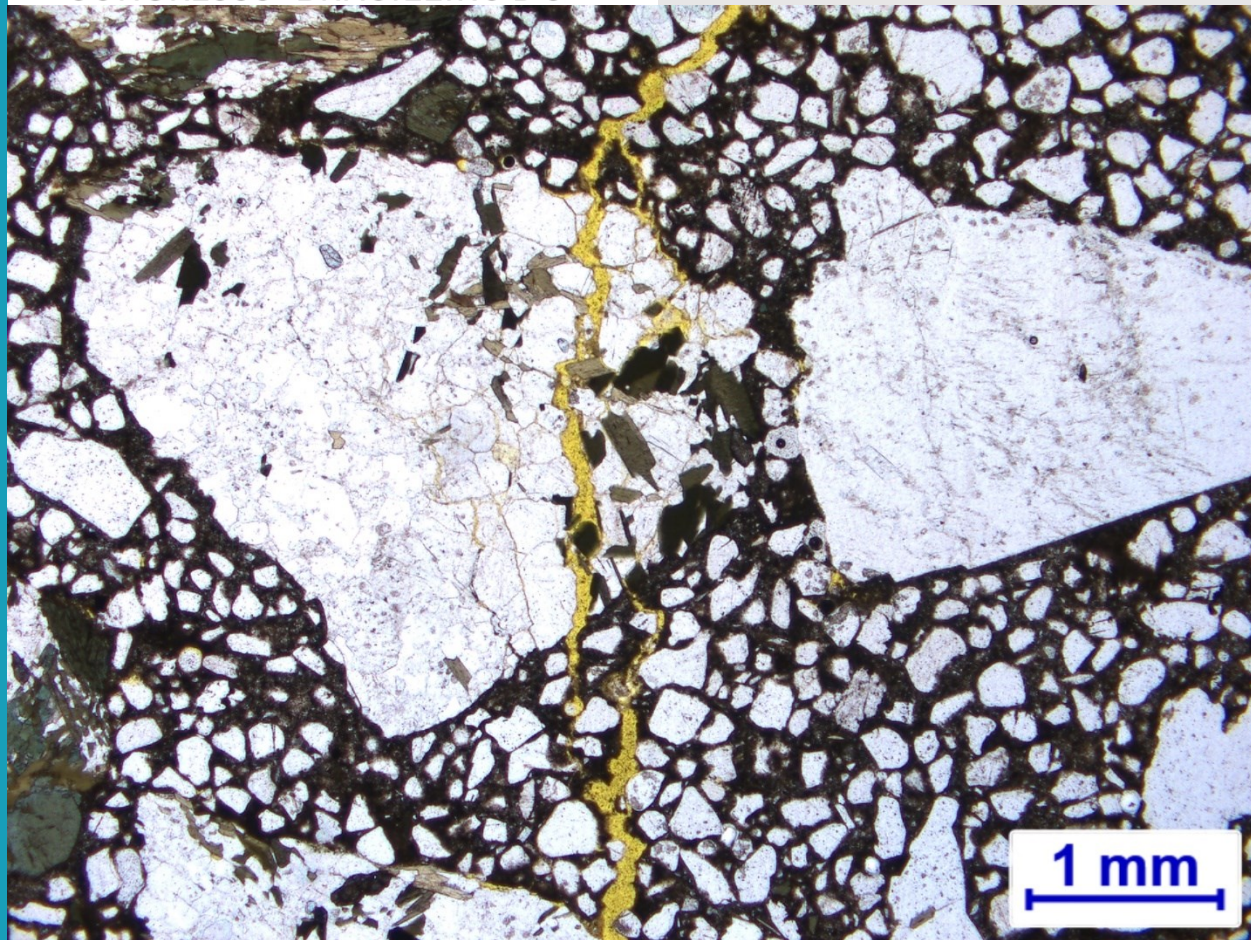
Gel de reação álcali-sílica preenchendo bolha de ar

65°

CONGRESSO BRASILEIRO DO

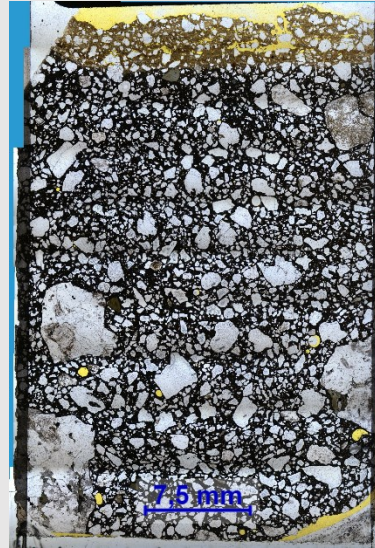


Papel na detecção de patologias

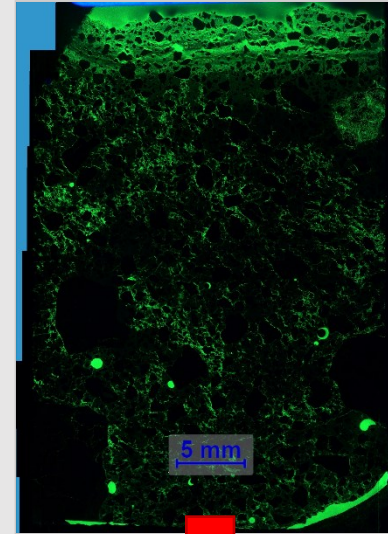


Deteccção de microfissuras relacionadas às patologias

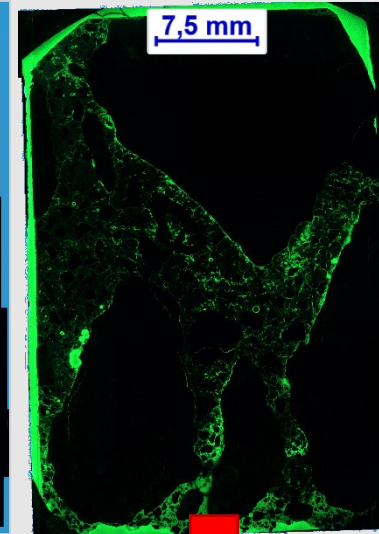
Papel na detecção de patologias



halógena

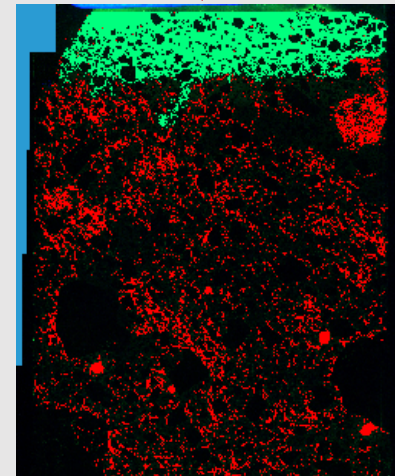


UV

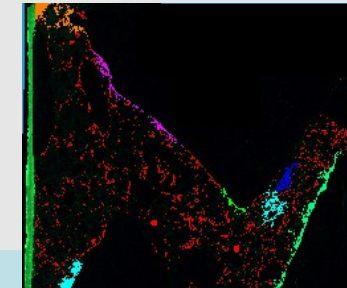


UV

limiarização



19%



5%



ARTIGO 65CBC0982

Quantificação de vazios relacionados
à água adicionada ou patologias

65°

CONGRESSO BRASILEIRO DO

CONCRETO

22 a 25 - outubro - 2024 - Alagoas - Maceió



Análise petrográfica Método analítico principal

ARTIGO 65CBC0982

		Inspeção em obra	Inspeção em laboratório	Seções polidas	Mic. de luz transmitida	Mic. de luz refletida	Mic. de fluorescência	Coloração seletiva	MEV/EDS
Agregados para concreto	Agregado graúdo	13	12	A2M	P1			A1	
	Agregado miúdo	13	13	A2	P1M			A1	
	Agregado graúdo reciclado	12	12	A2M	P1		A1		
	Agregado graúdo artificial	12	11	A2M	P1		A1		
	Agregado graúdo expandido	12	11	A2M	P1		A1		
	Fillers	14	11	A4	P1	A1		A1	A1M
Materiais cimentícios anidros	Clínquer não moído	13	13		A2	P1		A1	P1
	Cimento Portland	14	13		A2	P1		A1	P1
	Cimentos especiais	14	13		A2	A2			P1
	Cimentos alto alumínio (C ₃ A)	14	13		P1	P1			P1
	Cimentos não-Portland	13	13		P2			A1	P1
Adições e substitutos do cimento (não hidratados)	Escória de alto forno	14	13		P1	A1			A1
	Cinza volante	14	13		P1	A1			A1
	Pozzolanas naturais	14	13		P1	A1			A1
	Sílica ativa		14		P2	A2			P1
	Aditivos químicos				A4				A2

Análise petrográfica
 Método analítico
 principal

ARTIGO 65CBC0982

	Inspeção em obra	Inspeção em laboratório	Seções polidas	Mic. de luz transmitida	Mic. de luz refletida	Mic. de fluorescência	Coloração seletiva
Concretos e argamassas endurecidas	Tipos de cimento (hidratados)	14	I3	P2M			A1
	Tipos de agregado	13	I2	P1M			A2
	Bolhas de ar	13	I2	P1M		A1	
	Arranjo/textura	14	I3	P2	P1	A2	
	Adição - Cinza volante	14	I3	A2	P1	A1M	
	Adição - Escória de alto forno	14	I3	A2	P1	A1M	
	Razão água/cimento	14	I3	I3	P1	P1	
	Pozzolanas naturais	14	I4		P1		
	Adição - sílica ativa	14	I4		P1		
	Aditivos químicos	14	I4		A3		
Causas possíveis de deterioração	Traço	14	I3	P2M	P1M	A1	
	Ataque químico	12	I2	A3	P1		
	DEF	14	I4	I3	P1		
	Retração de agregado	14	I4	I3	P1		
	Ataque salino	12	I2	A3	P1		
	Carbonatação	12	I1	A1	P1		P1
	Corrosão de armadura	11	I1		P2		A1
	Ataque sulfático	12	I2	A2	P1		A1
	RAA	12	I1	A1	P1		A2
	Danos causados pelo gelo	12	I2	P1	A1	P1	A1
	Danos causados pelo fogo	12	I2	I2	P1		A1
	Falhas de execução	12	I2	P1	P1		A1



BRACON

Limitação das normativas nacionais

NORMA
BRASILEIRA

ABNT NBR
7389-1

Primeira edição
06.08.2009

Válida a partir de
06.09.2009

**Agregados — Análise petrográfica de agregado
para concreto
Parte 1: Agregado miúdo**

*Aggregates – Petrographic analysis of aggregate for concrete
Part 1: Fine aggregate*

Análise petrográfica sob lupa. Identifica e quantifica grãos deletérios, potencialmente deletérios, friáveis e inócuos, para uso como agregado

NORMA
BRASILEIRA

ABNT NBR
7389-2

Primeira edição
06.08.2009

Válida a partir de
06.09.2009

**Agregados — Análise petrográfica de agregado
para concreto
Parte 2: Agregado graúdo**

*Aggregates – Petrographic analysis of aggregate for concrete
Part 2: Course aggregate*

Sob microscópio óptico. Identifica e quantifica os minerais presentes na rocha e quartzo microgranular, identifica os minerais e texturas potencialmente reativas para RAA



ÖNORM
EN 932-3
Edition: 2022-12-01

Tests for general properties of aggregates
Part 3: Procedure and terminology for simplified petrographic description

Prüfverfahren für allgemeine Eigenschaften von Gesteinskörnungen —
Teil 3: Durchführung und Terminologie einer vereinfachten
petrographischen Beschreibung

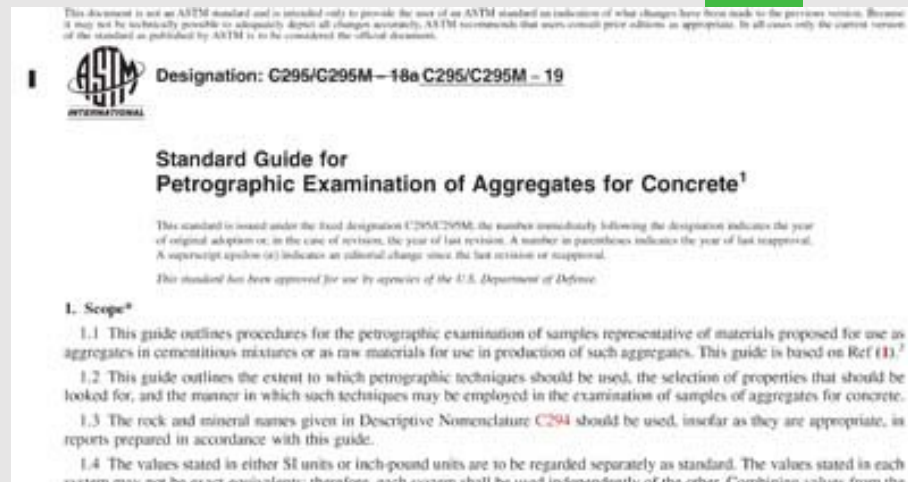
Essais pour déterminer les propriétés générales des granulats —
Partie 3 : Procédure et terminologie pour la description pétrographique
simplifiée

AgG e AgM

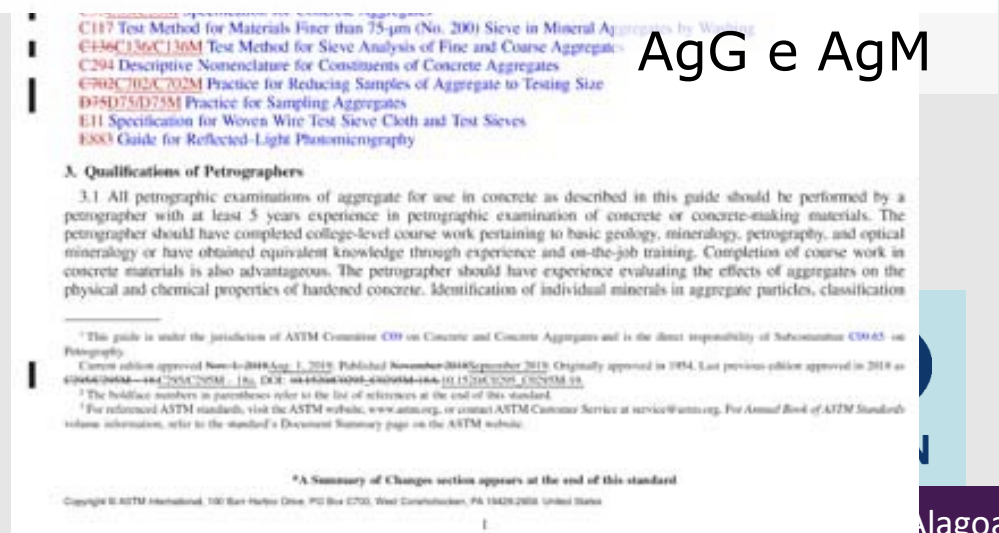
Descrição petrográfica por microscopia óptica simplificada, que serve para identificar os tipos de rochas e minerais presentes nos agregados, com vistas a sua adequação para o uso em concreto

ÖNORM: österreichische Normen
Internet: www.austrian-standards.at
Webshop: www.austrian-standards.at/webshop
Tel.: +43 1 213 00-300
Fax: +43 1 213 00-355

Limitação das normativas nacionais



Análise petrográfica por microscopia óptica para identificar minerais e rochas presentes em agregados



AgG e AgM



Limitação das normativas nacionais

NORMA
BRASILEIRA

ABNT NBR
15577-1

Segunda edição
18.07.2018

Agregados — Reatividade álcali-agregado Parte 1: Guia para avaliação da reatividade potencial e medidas preventivas para uso de agregados em concreto

*Aggregates — Alkali-aggregate reactivity
Part 1: Guide for the evaluation of potential reactivity of aggregates and
preventive measures for its use in concrete*

AgG

Identifica e quantifica os minerais presentes na rocha e texturas potencialmente reativas para RAA/RAS e classifica em relação à sua potencialidade

This international standard was developed in accordance with internationally recognized principles on standardization established in the Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.



Designation: C856/C856M – 20

Standard Practice for Petrographic Examination of Hardened Concrete¹

This standard is issued under the fixed designation C856/C856M; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reappraisal. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reappraisal.

1. Scope*

1.1 This practice outlines procedures for the petrographic examination of samples of hardened concrete. The samples examined may be taken from concrete constructions, they may be concrete products or portions thereof, or they may be concrete or mortar specimens that have been exposed in natural environments, or to simulated service conditions, or subjected to laboratory tests. The phrase "concrete constructions" is intended to include all sorts of objects, units, or structures that have been built of hydraulic cement concrete.

1.2 The petrographic procedures outlined herein are applicable to the examination of samples of all types of hardened

concrete **concreto**
fication E11. The alternative designation given in parentheses is for information only and does not represent a different standard sieve size.

1.5 This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety, health, and environmental practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use. A specific hazard statement is given in 6.2.10.1.

1.6 This international standard was developed in accordance with internationally recognized principles on standardization established in the Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical

Consiste na descrição macro e microscópica, identificação da mineralogia e litologia dos **agregados**, relação dos agregados com o ligante, descrição da composição do **ligante**, descrição e quantificação dos **vazios** presentes maiores que capilares grandes (>0,05 micrometros), **proporção** entre agregado-ligante-vazios, identificação de **patologias** diversas, incluindo as reações expansivas



Conclusões

Análise Petrográfica: Visão Geral

• **Combina observação direta precisa**

- Aplicação em amostras com progressão escalar sucessiva
- De análises mais abrangentes a mais detalhadas

Multidisciplinaridade na Análise

• Integração entre profissionais:

- **Engenheiro** na obra
- **Analista no laboratório** (geólogo, engenheiro ou químico...)

Método Analítico Principal

- Utilizado para os principais materiais da construção civil
- Relevância histórica: técnicas microscópicas datam do século XIX
- **Evolução com a tecnologia digital**
 - Inovações aumentam a eficiência das análises petrográficas

ARTIGO 65CBC0982



Conclusões

Necessidade de Nova Norma

- Criação de uma **norma nacional** que contemple:
 - **Todos os aspectos do concreto endurecido**
 - Maximização das técnicas de microscopia:
 - **Microscopia óptica**
 - **Microscopia eletrônica**
 - **Tomografia...**

ARTIGO 65CBC0982

65°
CONGRESSO BRASILEIRO DO
CONCRETO
22 a 25 - outubro - 2024 - Alagoas - Maceió

Obrigada

ARTIGO 65CBC0982

prileal@ipt.br

