

**SIMPÓSIO SOBRE
REATIVIDADE
ÁLCALI-AGREGADO
EM ESTRUTURAS
DE CONCRETO**

Goiânia, novembro de 1997

ANAIS

**Ensaio Para Avaliação da Potencialidade dos Materiais
Quanto à Reação Álcali-Agregado e Ações Decorrentes**

REALIZAÇÃO:



**Comitê Brasileiro de
Grandes Barragens**

FURNAS  CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.

Apoio:



IBRACON

Ensaio Para Avaliação da Potencialidade dos Materiais Quanto à Reação Álcali-Agregado e Ações Decorrentes

Francisco Rodrigues Andriolo

Engenheiro Consultor – Andriolo Ito Engenharia S/C Ltda

Rua Cristalândia 181-São Paulo- CEP-05465-000- Tel: ++55-11-2605613- Fax:++55-11-260 7069

RESUMO

A verificação da potencialidade dos agregados quanto a reação com os álcalis dos cimentos tem sido feita através de várias metodologias de ensaios.

De certa maneira, paradoxal até, várias vezes, ao se observar os dados obtidos nos ensaios se depara com as seguintes frases:

- ❑ *“Para uma melhor apreciação recomenda-se executar outros tipos de ensaios.... e/ou*
- ❑ *Os resultados são representativos da amostra enviada...”*

Em outras vezes se observa nas Especificações Técnicas um outro tipo de citação:

- ❑ *“Os agregados para uso no concreto deverão ser inócuos”*

Abstendo da conceituação administrativo-gerencial que pode estar englobada nessas expressões, e observando a extensão do fenômeno da Reação Álcali-Agregado, não seria prudente, desde o início da tentativa de uso de um agregado para concreto, partir para uma solução mais pragmática, e sempre se adotar o emprego de Material Pozolânico ou de Cimento que contenha esse material?

No Brasil, a partir de 1994, passou-se a estabelecer um novo sistema de contratação de obras, o das “concessões”, por preço global, quando então as opções de escolha de jazidas e materiais ficam no âmbito do Construtor.

Nessa situação, não seria conveniente concentrar esforços no sentido de otimizar o teor de material pozolânico adequado –**técnico-economicamente**- para neutralizar o fenômeno?

Procura-se no transcorrer do texto debater o tema, discutindo os conceitos expressos nas metodologias de ensaios.

1- APRESENTAÇÃO

A difusão de conhecimentos torna público fatos e detalhes que podem proporcionar segurança à medida que se consegue dominá-los, até permitindo conviver com os mesmos; ou insegurança, intranquilidade, riscos e até danos, às vezes catastróficos, à medida que esses fatos não são dominados, ou ainda, se os mesmos forem ignorados.

É de se lembrar que, no transcorrer de um longo período de tempo se visualizou os agregados como um material essencialmente inerte e quimicamente inócuo na massa de concreto.

De maneira mais realista e contemporânea, essa opinião está cada vez mais sendo contestada, caindo no âmbito da “inverdade”.

A “descoberta” (ou verificação) de que certos agregados são deletериamente reativos tem causado uma crescente preocupação no manuseio e domínio das propriedades e do comportamento das estruturas de concreto. A deterioração do concreto em pavimentos, obras de arte (pontes e viadutos) e outras estruturas, causada pela reação entre os constituintes mineralógicos de certos agregados e os álcalis dos cimentos, tem ocorrido em vários lugares do mundo. Além disso, tem-se verificado que a ocorrência é crescente.

A reação álcalis-agregado (RAA) tendo sido reconhecida, durante a primeira metade deste século, pela sua magnitude e danos, tem provocado os pesquisadores e estudiosos, no sentido de se ter maneiras de detectar o fenômeno, e de preferência de maneira rápida.

O combate à RAA, de certa maneira, porém, não tem recebido a mesma atenção, recebendo em muitas oportunidades orientações “conceituais” e não precisas.

No transcorrer deste texto procura-se debater essas situações, considerando adicionalmente a nova realidade de construções de obra no País.

2- ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E DOCUMENTOS DE LICITAÇÃO DE OBRAS

É importante lembrar algumas frases normalmente citadas nas Especificações Técnicas e Documentos Contratuais das Licitações para as obras de caráter público, e de concessões:

✓ *“Os agregados para uso no concreto deverão ser inócuos”*

- ✓ *“...a obtenção dos agregados envolverá as operações de britagem, peneiramento, transporte, classificação, lavagem e tudo mais que se fizer necessário, visando a produção de agregados para uso em concreto....a partir de jazidas aprovadas e rocha sã, densa, sem minerais deletérios e não reativa...”*

3- ABRANGÊNCIA DOS ESTUDOS DE LABORATÓRIO

De outra maneira, também, os laboratórios e institutos de pesquisas, por questões administrativo-gerenciais, e da própria estatística de abrangência e validade dos ensaios e dos resultados decorrentes, citam nos certificados e relatórios, frases do tipo:

- *“Para uma melhor apreciação recomenda-se executar outros tipos de ensaios.... e/ou*
- *Os resultados são representativos da amostra enviada...”*

4- ESCOLHA DOS MATERIAIS E OS RISCOS

Esses procedimentos anteriormente citados, se acomodavam sem maiores preocupações no regime precedente de contratação de obras, onde e quando predominava a “tutela” do governo, com os riscos sendo absorvidos pela Concessionária.

De maneira comum, e de habilidade comercial, não raras vezes as mudanças de jazidas, e materiais, proporcionaram vantagens!

No atual panorama de contratações, a responsabilidade e riscos de opção de escolha de materiais, em particular agregados e aglomerantes, passou a ser do Ofertante, sendo válido indagar:

- Haverá, então, tempo hábil para a caracterização das jazidas e fornecedores ?
- Haverá tempo hábil para ensaiar, com metodologia –**a mais adequada**- os materiais disponíveis ?
- Os resultados, a serem obtidos, permitem “garantir” a segurança ?
- As ações decorrentes das análises, poderão, estarão ou deverão ser “adequadas” e “benéficas” tanto no aspecto técnico como econômico?

5- METODOLOGIAS PARA DIAGNOSTICAR A “RAA”

5.1- Generalidades

Mais de meio século^{[1][2]} já se passou desde as primeiras observações relacionadas com a RAA. No transcorrer desse período ocorreram várias e novas verificações no procedimento e no desempenho de metodologias para avaliação dessas reações.

De certa maneira as verificações têm, em sua maioria, se concentrado no conhecimento do fenômeno e nas eventuais maneiras de minimizar os efeitos nocivos das reações. Esta última, muito mais no lado conceitual, e não da segurança da medida.

A comunidade técnica tem buscado o estabelecimento de metodologias que permitam a determinação rápida dos fenômenos. A conceituação de um ensaio rápido deve buscar:

- Obtenção dos resultados em poucos dias, no máximo em semanas;
- A metodologia deve ser simples;
- Os aparelhos e equipamentos devem ser de baixo custo e de fácil manuseio;
- Ter relacionamento e correspondência com a realidade, através dos resultados;
- Os erros e dispersões não podem ter magnitudes que superem o campo de valores a determinar;
- Deve ter reprodutibilidade de valores;
- Deve permitir obter correlações de baixa dispersão, ao ser usado por operadores e laboratórios diferentes.

As verificações e evoluções têm, de certa forma, levado à otimização e à contradições, que proporcionam a introdução de metodologias, como se cita a seguir.

5.2- Análise Petrográfica (ASTM-C- 295 ; ABNT-NBR-7389)

Pode ser usada de maneira a complementar qualitativa e quantitativamente o conhecimento de minerais e a natureza do agregado quanto a sua nocividade, a respeito da RAA.

Em várias oportunidades, faz requerer a realização de ensaios adicionais complementares.

5.3- Ensaio “GEL-PAT”

Descrito por Stanton ^{[2][3]}, em 1942, (nota- A referência ^[4] cita que esse ensaio foi criado na Inglaterra) embebia fragmentos do agregado em uma pasta de cimento, com uma das faces do agregado exposta. Após um período de cura o espécime era imerso em uma solução alcalina, em temperatura controlada, e a face exposta do agregado era examinada a intervalos regulares, com auxílio de uma lupa para a verificação da formação do gel. Essa metodologia, praticamente, não tem sido utilizada e tem a limitação de se aplicar apenas aos agregados graúdos.

5.4- Ensaio Químico (ASTM-C-289; ABNT-NBR-9774)

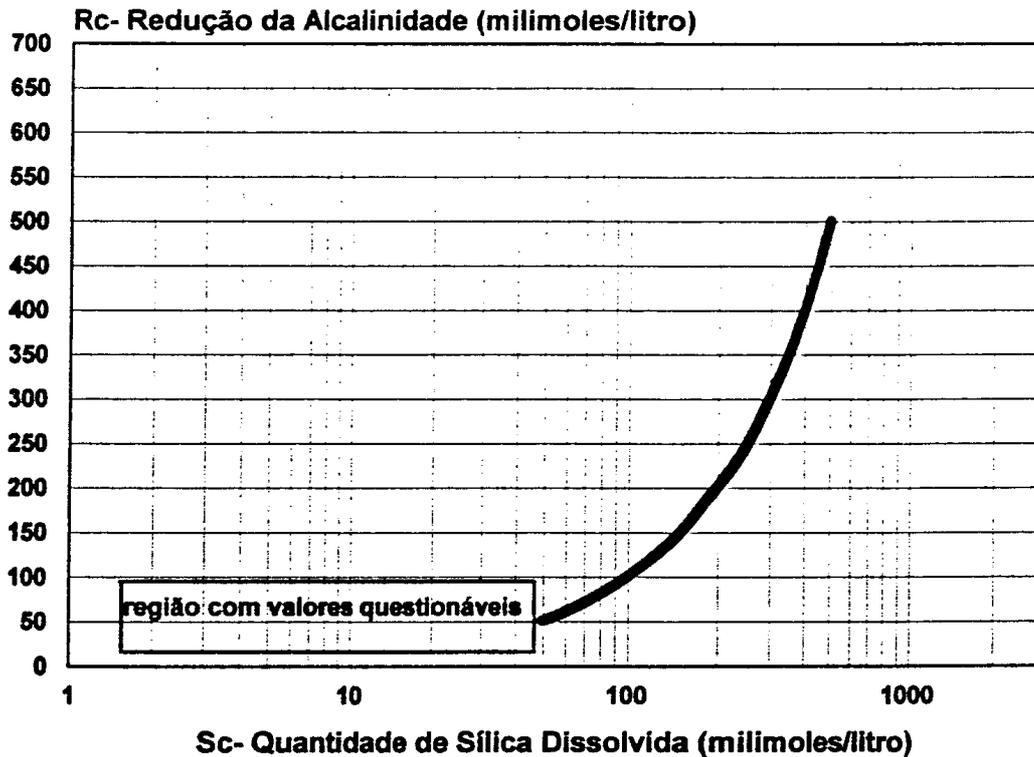
Desenvolvido por Richard Mielenz ^{[3][5]} entre 1947 e 1952, também conhecido como “Ensaio Químico Rápido”, avaliou inicialmente 71 agregados através da verificação da Sílica Dissolvida (S_c) e da Redução da Alcalinidade (R_c). Como limite entre materiais Reativos (Deletérios) e materiais Não Reativos (Inócuos) foi adotada a curva correspondente à relação $S_c/R_c = 1$.

Essa metodologia foi avaliada e tem sido comparada, contemporaneamente, com os dados obtidos pelos ensaios das “barrinhas” (ver ítem 5.5), e resultou no conhecido mapeamento de regiões, nos Estados Unidos, com a indicação de agregados Deletérios.

A linha divisória $S_c/R_c = 1$ tem sido ajustada, ao longo dos anos, aos novos conhecimentos ^[3].

A validade dessa metodologia tem sido questionada tanto no que se refere às condições de fragmentação dos grãos (o que proporciona um hiato para a condição dos agregados graúdos), bem como quanto à presença de certos minerais e rochas (Dolomita, Magnesita...), que interferem no ensaio e tornam irrealis os resultados. De outra maneira, também, a ocorrência de valores na região INFERIOR ESQUERDA da curva $S_c/R_c = 1$ leva ao questionamento, requerendo verificações adicionais

Ilustração da Divisão entre Agregados Inócuos e Deletérios, com base no Ensaio de Redução de Alcalinidade



Extraído do Método ASTM-C-289

01 - Curva Sc/Rc para análise da Reatividade dos Agregados (ASTM-C-289)

Figura 01- Curva Sc/Rc para análise da Reatividade dos Agregados (ASTM-C-289)

5.5- Ensaio da “Barrinhas” de Argamassa (ASTM-C-227; ABNT-NBR-9773)

Desenvolvido a partir dos estudos de Stanton ^{[2][3][6]}, entre 1942 e 1947, tendo se estabelecido como método em 1952, adota uma combinação de fragmentos do agregado com certa parte de cimento, dando uma argamassa com uma determinada relação A/C (água/cimento). A observação da expansão de prismas (“Barrinhas”) moldadas com essa argamassa, permite caracterizar o agregado quanto ao comportamento com os álcalis do cimento. É um ensaio bastante aceito.

A expansão é considerada excessiva se ultrapassar a 0,05% aos 3 meses, ou maior que 0,10% aos 6 meses após a moldagem e cura. Um tempo mínimo de observação de 6 meses, é requerido para esse ensaio.

O método pode apresentar deficiências apontadas por Mielenz e outros no que se refere a:

- A expansão aos 6 meses pode não caracterizar expansões subsequentes;
- A representatividade da mistura da argamassa, em correspondência às expansões que podem ocorrer no concreto;
- Os agregados graúdos devem ser fragmentados para serem colocados na granulometria requerida pelo método, o que pode causar distorções com relação às expansões no concreto.

5.6- Ensaio do Prisma de Concreto

Desenvolvido entre 1946 e 1947 ^{[3][7][8]}, praticamente não tem sido usado, mas considerava blocos de concreto de 75mm*75mm*300mm, sazoados à temperatura de 38 °C, em recipientes herméticos.

5.7- Ensaio do Cilindro de Rocha (ASTM-C-586)

Essa metodologia também não tem sido muito utilizada.

5.8- Ensaio Acelerado (ASTM-C- 1260)

Desenvolvido contemporaneamente, em 1985-1986 por Oberholster ^[9][NBRI-National Building Research Institute-South Africa], utiliza as “barrinhas” do Método ASTM – C- 227, e faz a exposição em uma solução de NaOH, à determinada temperatura, verificando as expansões diariamente, e tomando os valores do décimo sexto dia como um dos parâmetros de comparação com o valor limite.

As metodologias do ASTM-C-227 e do NBRI (adotado pelo ASTM) têm sido debatidas sob vários pontos de vista dentre os quais se destacam:

- ◆ A importância dos teores de álcalis “totais” ou “disponíveis” para produzir a nocividade;
- ◆ A importância do fator A/C (água / cimento) , ou de outra forma, o teor de cimento, na argamassa das “barrinhas”, para potencializar a reação de forma expansiva e

nociva. Nesse aspecto há considerações a respeito de valores máximos toleráveis de Kg (de álcalis)/m³(de concreto) de modo a considerar o concreto como “livre-isento” (dentro de uma faixa segura) dos efeitos deletérios da reação:

- ◆ A importância da relação entre cimento e areia na formação da argamassa das “barrinhas”;
- ◆ A importância da granulometria da areia obtida a partir da fragmentação do agregado, para a produção da argamassa e moldagem das “barrinhas”;
- ◆ A vital importância do “teor péssimo” (o teor ótimo de elementos deletérios para proporcionar maiores expansões) de minerais nocivos presentes nos agregados;
- ◆ A influência da Finura do cimento na intensidade de expansão;
- ◆ A importância do período de observação das expansões, 12, 16, 20 ou 30, ou 60 dias ?.

5.9- Ensaio Térmico

O Ensaio térmico, aqui no Brasil, conhecido – restritamente- por Ensaio Ossipov (Eng. Albert Ossipov, do Institute Hydroproject – Moscou, que facilitou obter as informações sobre a metodologia) ^[9] se desenvolvia na ex-União Soviética, é de curta duração (ao redor de 1 minuto), e consiste em submeter fragmentos de agregados graúdos (com dimensão ao redor de 30 mm) à temperatura de 900 °C.

A conceituação do métodos é a de que – **havendo fragmentação (Figuras 02 a 05) das peças de agregados, este é reativo (com os álcalis).**

Por outro lado, não ocorrendo a fragmentação (Figura 06), não se pode afirmar que o material não seja reativo, havendo, então, a necessidade de avaliação complementar, por outra metodologia estabelecida. Além disso o método não se aplica a agregados de dimensão inferior a 30mm (areia por exemplo).

5.10- Ensaio CSA- A 23.2- 26A –Método Químico Canadense

Verifica a reatividade potencial do agregado (de rochas carbonáticas) com os álcalis do cimento, através da fragmentação da rocha à dimensões menores que 0,160mm para a determinação de CaO, MgO e Al₂O₃.

5.11- Ensaio CSA- A 23.2- 25A – Método Canadense das Barras

Neste ensaio se verifica a expansão de barras de argamassa armazenados à temperatura de 80 °C, em solução de NaOH

5.12- Ensaios em Autoclave

Estabelecidos em várias origens como – China, Japão, França, por exemplo- consideram a exposição de corpos de prova prismáticos (diversos padrões) moldados com argamassas de cimentos (de vários teores e conteúdos de álcalis) submetidos ao sazonalamento em autoclave à determinadas temperaturas (de 110 °C a 130 °C) e pressão (ao redor de 0,10 MPa - 0,20 MPa).

De mesma maneira que para os demais ensaios rápidos, há discussões quanto a severidade da exposição e à representatividade do efeito acelerado.



Figura 02- Ensaio Térmico- Ossipov- Material Deletério.



Figura 03- Ensaio Térmico- Ossipov- Material Deletério.



Figura 04- Ensaio Térmico- Ossipov- Material Deletério.

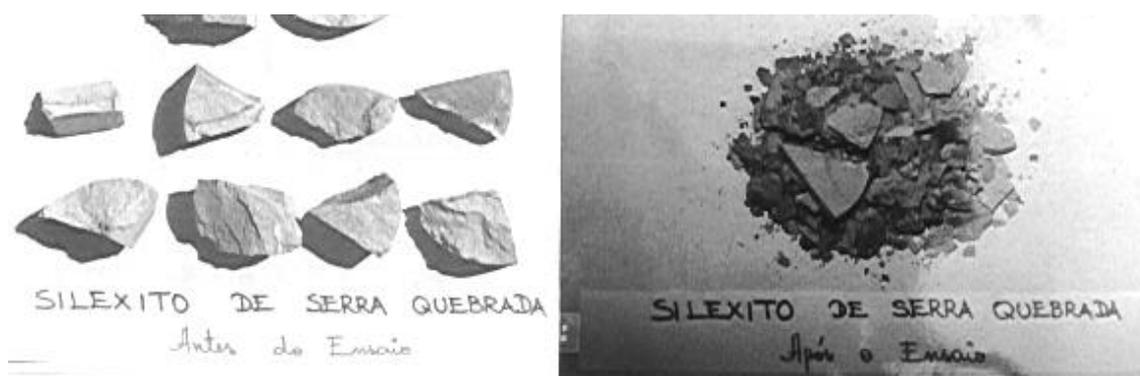


Figura 05- Ensaio Térmico- Ossipov- Material Deletério.



Figura 06- Ensaio Térmico- Ossipov- Material que deve ser submetido a outro ensaio.

5.12- Ensaio de Contraste Químico – Acetato de Urânio

O método foi desenvolvido considerando que a o concreto contendo o gel formado pela reação provoca troca iônica com a solução de acetato de urânio, proporcionando uma coloração amarelo-esverdeado, visível sob ação de raios ultravioleta.

5.13- Ensaio de Contraste Químico –Los Alamos

A Universidade de Los Alamos (NM- USA) noticiou, recentemente, a utilização de metodologia (a base de impregnação da superfície do concreto) com o emprego de soluções para a caracterização da RAA.

6- MÉTODOS PARA AVALIAR E COMBATER À RAA

6.1- Generalidades

De maneira geral são preconizados “métodos” para evitar a RAA, como se cita:

- ✓ Evitar o uso de agregados reativos. Medida essa, muito freqüente nas Especificações Técnicas. *De pouca validade em Países de extensão territorial como a do Brasil, e de outra maneira, requerendo o conhecimento prévio das jazidas disponíveis para agregados* (que de certa maneira retorna às incertezas dos métodos de avaliação dos agregados- ver citações em destaque no texto);
- ✓ Limitar a quantidade de álcalis no cimento. De validade teórica, porém de dependência prática do Mercado Distribuidor de cimento. De outra maneira também há vários exemplos citando a alteração do teor de álcalis da mistura em função do:
 - ❑ Meio ambiente (solos alcalinos, água do mar...) ^[10]
 - ❑ Uso de aditivos ^[11]
- ✓ Uso de materiais pozolânicos, com **suficiente** material reativo, e em particular dentro de uma adequada granulometria (Finura). Dentre os materiais silico-aluminosos, com características pozolânicas pode-se citar:
 - ❑ Cinzas volantes;
 - ❑ Escórias de alto forno;
 - ❑ Argila calcinada;
 - ❑ Diatomitos;
 - ❑ Micro-sílica;
 - ❑ “Pó de Pedra” (de rochas contendo sílica que reduza a RAA).

6.2- Ensaio sobre Materiais Pozolânicos

A avaliação de materiais pozolânicos no combate das expansões nocivas decorrentes da RAA, de maneira geral se faz pela metodologia ASTM- C- 441- *“Effectiveness of mineral admixtures in preventing excessive expansion of concrete due to the alkali-aggregate reaction”*.

O método determina a expansão de “barrinhas” moldadas com argamassas compostas com vidro Pyrex, moído e colocado em certa granulometria, com cimento de alto teor de álcalis (de preferência superior a 1%) em comparação com as expansões de “barrinhas” moldadas com argamassas semelhantes, sendo que há a reposição de 25% (massa) por material proposto como aditivo mineral inibidor da reação. As “barrinhas” são sazoadas em recipientes com água, à temperatura de 38 °C. Considera-se que o material atua como inibidor, caso a redução da expansão seja superior a 75%, ou que o máximo de da expansão seja de 0,02%, à idade de 14 dias.

De outra maneira, também, pode-se utilizar a metodologia do ensaio acelerado –NBRI/ ASTM-C- 1260 para essas avaliações.

É prudente, também, se verificar a ação inibidora do aditivo mineral, em vários teores de reposição, para se estabelecer o valor mínimo seguro para a inibição da expansão nociva da RAA.

É sabido, entretanto, que pouca atenção tem sido dada na avaliação do desempenho da adição mineral que se processa para estabelecer o aglomerante.

Ou seja, o desempenho do material que compõe o cimento com a intenção de inibir a RAA, não tem sido uma prática usual e rotineira.

Por outro lado ao se proceder à reposição do aditivo mineral ao cimento, há uma “expectativa” de redução da resistência do material assim composto – **cimento + aditivo mineral**- (material pozolânico, escoria, etc..). A verificação desse comportamento é feita pelos Índices de Atividade Pozolânica (com o cimento e pelo teor de água requerido na mistura). Essa avaliação segue as orientações indicadas no ASTM-C-311 e ASTM-C-618.

Essa verificação, simultânea, raramente é feita, sendo que o foco das atenções se concentra somente quanto à redução da expansão, como objetivo principal.

A análise conjunta dessas metodologias induz a uma tênue interrelação entre os parâmetros requeridos a saber:

Metodologia (ASTM)	Finalidade	Reposição de cimento pelo aditivo mineral	Conceito de Aprovação
441	Redução da Expansão	25 %	Redução \geq 75%
311 e 618	Atividade com Cimento	20 %	Redução \leq 25%
	Água Requerida	20 %	Acrescimento \leq [5% e 15%]

Do ponto de vista de redução da expansão á metodologia ASTM-C-441 é aceita, sem contradições contundentes, mesmo considerando aquelas citadas precedentemente quanto a severidade dos ensaios e representatividade dos fenômenos.

Do ponto de vista da interpretação das Atividades Pozolânicas é que pode haver conflito, quando o material atende à redução da expansão devido à RAA, mas não cumpre com os requisitos das Atividades.

Estabelece-se um duplo conflito técnico e econômico, por aceitar à inibição e diminuir potencial resistente, resultando no incremento de consumo de aglomerante.

7- COMENTÁRIOS

Ao se observar o novo panorama de contratação de obras de infra-estrutura no País, vem à discussão o tema dos riscos inerentes às construções de concreto, e na particularidade a questão da responsabilidade pela escolha de certos materiais básicos como o cimento e os agregados.

A prática de contratação anterior, com certa tutela do Estado, deixava nas mãos do Cliente, na maioria das vezes, a responsabilidade pela pesquisa e orientação das jazidas e a escolha do aglomerante. Nessa situação o Cliente-Proprietário dispunha de tempo e acervo técnico para avaliar os problemas potenciais, riscos e soluções.

A prática atual, tem colocado em licitação obras das mais variadas magnitudes com tempos para elaboração da oferta ao redor de 90-120 dias. Nesse curto período é praticamente impossível avaliar em detalhes as disponibilidades dos materiais para construção.

Do ponto de vista das preocupações quanto a RAA a situação torna-se mais grave ainda, pois:

- Os ensaios rápidos ou de curta duração apresentam particularidades que os tornam questionáveis como se aponta (sublinhados) nos ítems precedentes;
- Os ensaios de curta duração, são inconvenientes pelo próprio conceito que expressam;
- As medidas do “não uso” o “uso restrito”, são limitadas para as dimensões territoriais do País;

Desta maneira vê-se como caminho mais seguro a adoção da prática do **“sempre usar”** da adição mineral inibidora da RAA.

Essa prática, entretanto, deve ser respaldada, de maneira mais pragmática, em ensaios que confirmem as ações da adição mineral, de modo a complementar as medidas de segurança para inibir a RAA.

8- REFERENCIAS

- [1] Andriolo, F.R. – **“Reação Álcalis-Agregados: Observação de Âmbito Internacional”**- Simpósio Sobre Reatividade Álcali-Agregado em Estrutura de Concreto – Goiania-Br. – Novembro/1997;
- [2]- Stanton, T.E.; Porter, O.J.; Meder, L.C.; Nicol, A. – **“California Experience with the Expansion of Concrete Through Reaction Between Cement and Aggregate”**- Procd. ACI-38; 209-236; 1942;
- [3]- Bredsdorff,P.; Idorn, G.M.; Kjaer, A.; Plum, N.M.; Poulsen, E.- **“Chemical Reactions Involving Aggregate”**- Procd. National Bureau of Standards- Fourth International Symposium- 1960;
- [4]- Bellew, G.- **“Evaluation of Test Methods for Alkali- Aggregate Reaction”**- 6th International Conference on Alkali-Aggregate Reaction- Copenhagen/1983
- [5]- Mielenz, R.C.; Greene, K.T.; Benton, E.J.- **“Chemical Test for Reactivity of Aggregates With Cement Alkalies: Chemical Processes in Cement Aggregate Reaction”**- Procd. ACI-44; 193-221; 1947;
- [6]- Stanton, T.E.- **“Expansion of Concrete Through Reaction Between Cement and Aggregate”**- ASCE-107; paper 2129; 53-126; 1942;

- [7]- Blanks, R.F.; Meissner, H.S.- **“The Expansion Test as a Measure of Alkali-Aggregate Reaction”**- ACI-42; 517-539; 1946;
- [8]- Hanna, W.C.- **“Unfavorable Chemical Reactions of Aggregates in Concrete and Suggested Corrective”**-ASCE-47; 986-999; 1947;
- [9]- Andriolo F.R. – **“Reatividade de Agregados com os Álcalis do Cimento- Sugestão para a Normalização de Metodologia Rápida para a Avaliação da Reatividade de Agregados com os Álcalis dos Cimentos”**- CB-18- ABNT- Novembro/1990;
- [10]- **“Durability of Concrete Construction”**- Monograph no. 4-American Concrete Institute/1968 ;
- [11]- Fulton, F.S.- **“Concrete Technology”**- Portland Cement Association- Midrand- South Africa/ 1957-1994;
- [12]- Nakajima, M.; Nomachi, H.; Takada, M.; Nishibayashi, S.- **“Effect of Admixtures on the Expansion Characteristics of Concrete Containing Reactive Aggregate”**- 9th International Conference on Alkali-Aggregate Reaction- London/1992.
- [13]- Nadu, M.; Scieber, M.; Nissenbaum, J.; Braiman, M.; Boyko, S.; Shtakelberg, D.- **“Alkali-Aggregate Experiments in Israel”**- 10th International Conference on Alkali-Aggregate Reaction- Melbourne-Australia/1996.