

Agressividade e corrosividade de águas em terrenos cristalinos do Norte de Portugal

A necessidade da utilização de revestimentos impermeabilizantes

Dr. Carlos Eduardo Lopes Pinto
ECOFIRMA - Gestão do Ambiente



O presente trabalho caracteriza algumas águas do Norte de Portugal em termos de agressividade, com base em diversos métodos indirectos de avaliação como é o caso dos índices apresentados: índice de Ryznar, de Langelier e de Larson.

Numa segunda fase do trabalho refere-se a importância dos revestimentos impermeabilizantes que poderão ser importantes na protecção do betão contra estas águas, protegendo o material no seu todo, incluindo as próprias armaduras, impedindo a corrosão das mesmas.

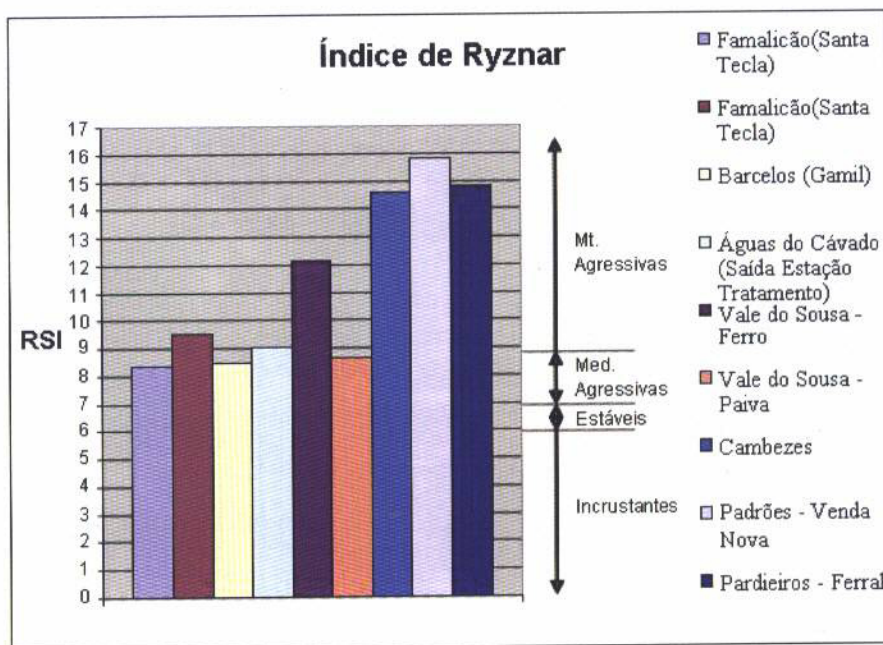


Figura 1 - Gráfico de barras com os valores obtidos para o Índice de Ryznar

Resumo

O presente trabalho caracteriza algumas águas do Norte de Portugal em termos de agressividade, com base em diversos métodos indirectos de avaliação como é o caso dos índices apresentados: índice de Ryznar, de Langelier e de Larson. De uma maneira geral, as águas caracterizam-se por uma tendência bastante agressiva que lhes é

conferida pelo ambiente geológico em que se inserem, de carácter predominantemente ácido, com rochas graníticas ao topo. Este mesmo ambiente condiciona as águas, tornando-as pouco mineralizadas, com baixos valores de pH, baixa dureza (águas muito brandas), o que em conjunto as torna agressivas.

Numa segunda fase do trabalho refere-se a importância dos revestimentos impermeabilizantes que poderão ser importantes na protecção do betão contra estas águas, protegendo o material no seu todo, incluindo as próprias armaduras, impedindo a corrosão das mesmas.

Agressividade vs. corrosividade

Os termos agressividade e corrosividade são algo confundíveis mas bastante distintos. Ambos os termos podem caracterizar o comportamento de águas e são importantes quando essas mesmas águas estão em contacto com superfícies susceptíveis de serem alteradas nas suas propriedades.

Assim, quando se fala em agressividade de uma água fala-se simplesmente na sua propensão para dissolver carbonato de cálcio na presença de CO_2 livre. A dissolução do carbonato de cálcio prossegue até se atingir o equilíbrio calco-carbónico. Uma água agressiva não pode formar depósitos de carbonato de cálcio (águas incrustantes). A agressividade de uma água diminui à medida que a temperatura aumenta. (GLS, 2004)

Por outro lado, a corrosividade é também uma propensão da água mas para dissolver metais, associada à sua composição físico-química (pH, resistividade, teor em O_2 , cloretos e sulfatos). A corrosividade aumenta com a temperatura. (GLS, 2004)

pH de SATURAÇÃO (pHs)

Com o objectivo de prever o comportamento de uma dada água, é introduzida a noção teórica de pH de equilíbrio ou pH de saturação, o chamado pHs, valor de pH correspondente a um equilíbrio físico-químico perfeito dos bicarbonatos de cálcio em solução, e logo a uma total dispersão das tendências incrustantes e agressivas.

O pHs é geralmente determinado com a ajuda da fórmula estabelecida por Langelier (PROTEC, 2004):

$$\text{pHs} = (\text{pK}'_2 - \text{pK}'_s) + \text{pCa} - \text{pAlc}$$

Hidroggeoquímica

A região do Norte de Portugal é essencialmente caracterizada por ambiente geológico apoiado em rochas ácidas que, hidrogeologicamente, se classificam como rochas duras ou cristalinas, na sua maioria granitos. Estas rochas, pela sua grande resistência a agentes de meteorização, condicionam largamente a tipologia das águas que se podem encontrar na região.

Para apoiar estes factos são de referir os resultados obtidos para parâmetros como a condutividade eléctrica (CE) e o total de sólidos dissolvidos (TSD), a dureza total e o pH.

A CE e o TSD são indissociáveis pois são dependentes. Na região Norte obtiveram-se valores medianos de 35,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para a CE e de 21,0 mg/l para o TSD. Estes valores evidenciam o que foi anteriormente referido, ou seja, o ambiente geológico como é altamente resistente vai condicionar a mineralização das águas que assim se apresentam como pouco mineralizadas e consequentemente fracas condutoras eléctricas.

Quanto à dureza, segue também a tendência geral de baixa mineralização apresentando um valor mediano de 13,0 mg/l CaCO_3 que é indicador de uma água muito branda.

O parâmetro pH apresenta os valores da média e da mediana já mais próximos do que nos anteriores parâmetros, com valores de 5,8 e 5,7 (escala de Sørensen) respectivamente. Este facto indica, não só um carácter eminentemente ácido das águas nortenhas, mas também uma certa homogeneidade por

toda a região, em concordância com a geologia geral.

Índices

A integração dos parâmetros anteriores, para efeitos de classificação das águas em termos de agressividade, foi feita com recurso a alguns índices, a saber, de Ryznar e Langelier (Agressividade) e Larson (Corrosividade).

Os índices de Ryznar e de Langelier têm como princípio base o da saturação, ou seja, a noção de equilíbrio calco-carbónico, considerando os parâmetros TSD, temperatura, dureza e alcalinidade para o cálculo do pH de saturação (pHs) e distinguem-se apenas na formulação final sendo que o primeiro toma a forma $2(\text{pHs}) - \text{pH}(\text{real})$ e o segundo $\text{pH}(\text{real}) - \text{pHs}$.

Assim sendo, e segundo o índice de Ryznar (RSI), para as análises estudadas com todos os parâmetros disponíveis, conclui-se que as águas são em geral agres-

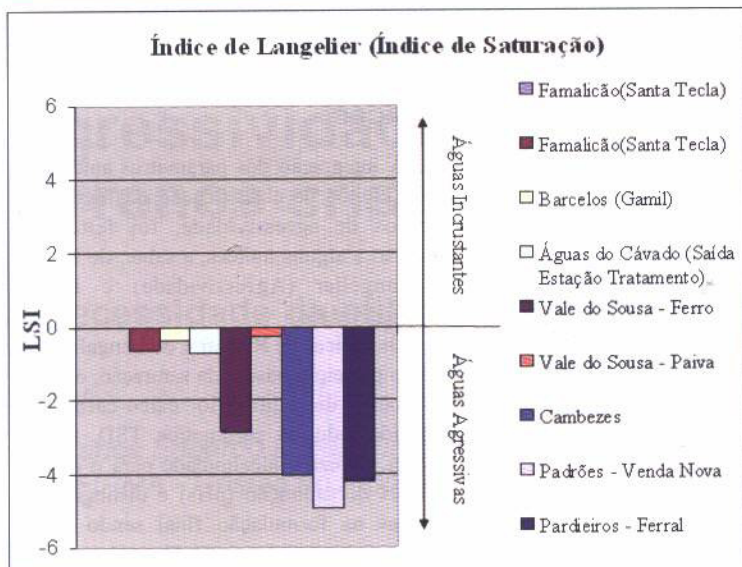


Figura 2 - Gráfico de barras com os valores obtidos para o Índice de Langelier

sivas variando apenas a sua maior ou menor tendência. As águas que apresentam um valor acima de 8,7 para o RSI são consideradas muito agressivas e que na população estudada correspondem principalmente a águas da região de Montalegre que, por serem águas não tratadas, são extremamente agressivas para materiais em contacto com as mesmas.

Para as restantes análises, essencialmente na região do Minho, verifica-se um decréscimo no índice que indica um tratamento já efectuado que corrige parâmetros como o pH. (Fig. 1)

Pelo índice de Langelier ou de Saturação (LSI), é apenas dada uma confirmação do carácter agressivo destas águas, sendo que todas elas apresentam um valor negativo para o LSI que corresponde a águas agressivas em contraponto a águas incrustantes que apresentam valores positivos de LSI. Nas análises estudadas existe uma excepção no que se refere ao LSI que é uma água de Famalicão que apresenta um valor nulo de LSI que indica um estado de equilíbrio calco-carbónico nesta água que assim não manifesta nem carácter agressivo nem incrustante. (Fig. 2)

O último índice estudado (Larson) transporta-nos para outra problemática inerente a águas em contacto com reservatórios - a corrosão.

O índice de Larson (LR) considera já outros parâmetros para classificar uma água como sejam o teor em cloretos, sulfatos e bicarbonatos. Segundo este índice verifica-se que as águas em questão se apresentam na sua totalidade como corrosivas, variando de ligeira até grande tendência à corrosão. Neste ponto verifica-se uma inversão da tendência em relação aos anteriores índices pois aqui são as águas tratadas que possuem valores mais altos de LR, ou seja, têm grande tendência à corrosão talvez por tratamentos feitos à base de cloretos ao contrário de águas não tratadas que, mesmo sendo corrosivas, apresentam valores mais baixos. Contra estes factos aparecem-nos duas análises, em Barcelos, que resultam em valores baixos de LR que reflectem uma mínima tendência à corrosão, facto este explicado por um tratamento mais equilibrado das águas. (Fig. 3)

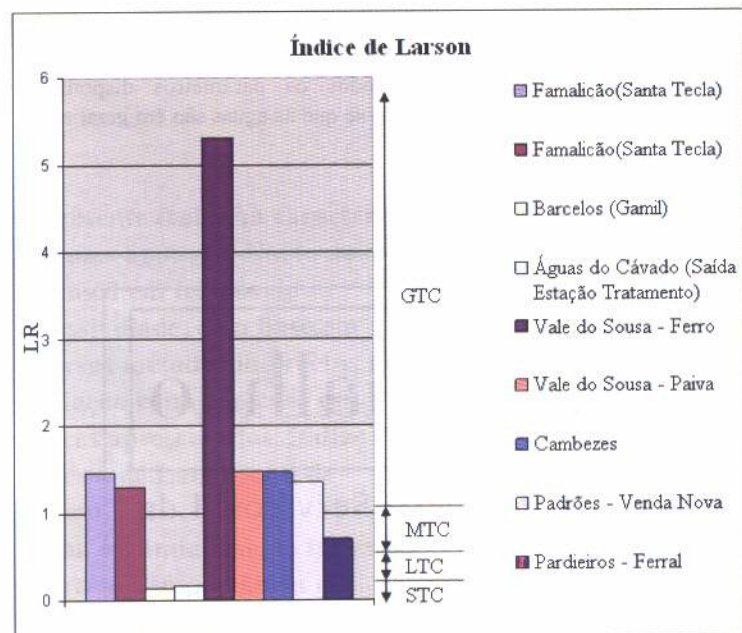


Figura 3 - Gráfico de barras com os valores obtidos para o Índice de Larson



Figura 4 - Uma das patologias frequentes em reservatórios de água - A má qualidade dos revestimentos.

O betão - problemas e soluções

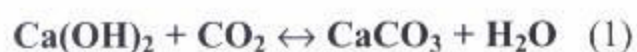
O betão contém nos seus poros uma solução de elevada alcalinidade, com pH variando de 12 a 13, devido principalmente ao hidróxido de cálcio formado nas reacções de hidratação dos silicatos do cimento e aos

álcalis. Pela sua natureza alcalina, esta solução proporciona um meio adequado para a formação de uma camada de óxidos, fina, compacta e aderente, na superfície da armadura. (SATO, 1998)

Enquanto a solução presente nos poros do betão conservar o seu carácter básico e for isenta de agentes agressivos, essa camada de óxidos continua presente, protegendo a armadura contra a corrosão.

Assim, o betão tem que manter a estabilidade química da solução intersticial e ao mesmo tempo, servir de barreira física contra a penetração de agentes agressivos ao metal, como os iões cloreto que, quando em presença de água e oxigénio, possuem a capacidade de destruir localmente esta camada, iniciando o processo de corrosão da armadura.

O CO₂, constitui-se num outro agente agressivo pois, ao reagir principalmente com o hidróxido de cálcio do betão, faz com que o pH da sua solução intersticial diminua, podendo levar à "despassivação" da armadura. Este processo de reacção é conhecido como carbonatação (SATO, 1998). (1)



Para fazer face às características implícitas ao binómio betão/ águas do Norte de Portugal é indicada a utilização de revestimentos que funcionem como impermeabilizantes do betão armado e que visem alongar o tempo de vida de um reservatório de água impedindo a ocorrência de problemas estruturais como a fissuração ou a corrosão das armaduras do betão.

Os produtos impermeabilizantes utilizados actualmente, de que é exemplo a Ecofirma - Gestão do Ambiente, Lda., na reparação, reabilitação e impermeabilização de estruturas em construção são essencialmente à base de químicos com propriedades que, em conjunto com cimentos e inertes seleccionados, tentam colmatar as lacunas do betão e prevenir a acção agressiva de algumas águas.

A Ecofirma desde sempre atenta à problemática subjacente aos materiais de construção utilizados em obras destinadas a armazenamento de água, bem como à do comportamento das próprias águas, tem capacidade técnica para propor soluções que asseguram uma durabilidade superior à tradicionalmente conhecida para este tipo de obras.

Hoje em dia, a impermeabilização tornou-se verdadeiramente imprescindível em todo e qualquer trabalho de construção. As superfícies expostas a

agentes agressivos, como é o caso em armazenamento de água, devem sempre ser alvo de uma análise específica para uma futura intervenção. Esta análise específica passa pelo estudo de patologias existentes, como se pode observar na Fig. 4, e/ou possíveis nas estruturas, bem como pela classificação das águas.

A Ecofirma baseia a sua actuação, no ramo da reabilitação e impermeabilização de estruturas, no estudo prévio que resulta da interdisciplinaridade entre vários departamentos para a definição de qual o tratamento

hidrófugo mais adequado de acordo com as solicitações requeridas.

Os produtos impermeabilizantes mais utilizados são definidos como argamassas. Essas argamassas formam uma camada impermeável que protege o betão frente a influências interiores e exteriores, como carbonatos, cloretos, sulfatos e nitratos.

A grande vantagem destes produtos em comparação com as habituais telas de impermeabilização é o facto se tornarem parte integrante do suporte formando com ele um forte e durável corpo monolítico. ■