



## I-222 - PATOLOGIAS EM CONCRETO ARMADO EM OBRAS DE SANEAMENTO (ETA UTINGA-BELÉM/PARÁ)

**José Claudio Ferreira dos Reis Junior** <sup>(1)</sup>

Técnico em Edificações (CEFET-PA), Graduando em Engenharia Sanitária (UFPA), Bolsista do Grupo de Pesquisa Hidráulica e Saneamento da UFPA.

**Karina Ferreira Castro**

Técnico em Saneamento Ambiental (CEFET-PA), Graduando em Engenharia Sanitária (UFPA), Bolsista do Grupo de Pesquisa Hidráulica e Saneamento da UFPA.

**Carlos Igor Carvalho Faro**

Graduando em Engenharia Sanitária (UFPA)

**Alan Pascoal Santana de Andrade**

Graduando em Engenharia Sanitária (UFPA)

**Cristiane da Costa Gonçalves**

Graduando em Engenharia Sanitária (UFPA)

**Endereço** <sup>(1)</sup>: Rua Erasmo Braga nº 198 Bairro: Una, Belém-PA, e-mail: [claudiogphs@yahoo.com.br](mailto:claudiogphs@yahoo.com.br)

### RESUMO

Os estudos de patologias em concreto armado especificamente no setor de saneamento, ainda são poucos, haja vista que as literaturas estão mais voltadas para área de construção civil de maneira geral, na qual se dá maior ênfase por ser mais freqüente em nosso cotidiano.

Este trabalho faz um diagnóstico geral das condições das estruturas de concreto armado da Estação de Tratamento de Água – Bolonha Utinga, responsável pelo abastecimento de grande parte da Zona Central e de expansão da Região Metropolitana de Belém (RMB). Belém conta com uma população de aproximadamente 1.280.614 habitantes. (IBGE, 2000).

O resultado deste trabalho se resume, portanto, na detecção dos diversos tipos de patologias nas estruturas de concreto armado da ETA encontradas em visita *in loco*, para posterior estudo das causas e condições das mesmas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Patologia, Concreto armado, Saneamento.

### INTRODUÇÃO

As Obras de saneamento em sua grande maioria são construídas em estrutura de concreto armado, sendo que, este material pode ter a sua durabilidade impactada por conta de agentes agressivos ao concreto, necessitando assim de cuidados especiais de acordo com a especificidade de utilização das estruturas, como reservatórios, decantadores, floculadores, filtros, reatores, canais, galerias, adutoras, interceptores e emissários. (SANEAMENTO, 2006).

A Região Metropolitana de Belém possui clima tropical, que se baseia em tempo quentes com grande intensidade de precipitações, ou seja, geralmente muito sol pela manhã e chuvas pela tarde. Com isso as estruturas de concreto armado são as que mais sofrem com a variação da temperatura e clima. A corrosão das armaduras, as fissuras em geral e as desagregações são casos mais freqüentes e que, antes mesmo de aparecerem, as estruturas já vinham sendo atingidas por outro processo de deterioração, tais como a lixiviação, a carbonatação, a expansão em geral, etc. (PATOLOGIA, 2007)

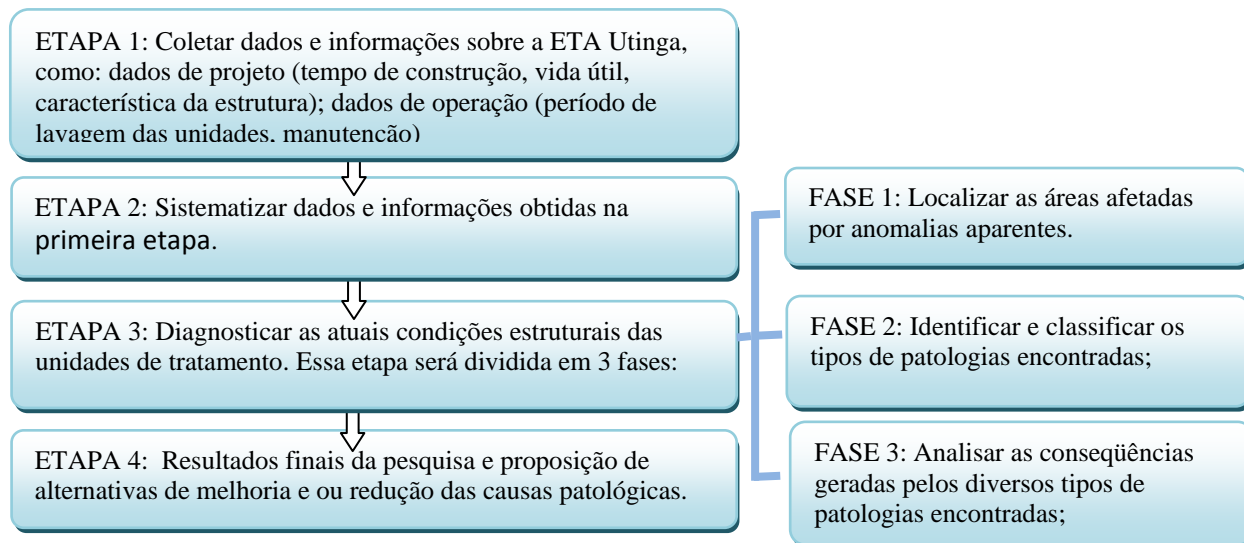
Outros problemas que favorecem o aparecimento de patologias estão relacionados à falha de projeto e de planejamento, a contravenção dos critérios técnicos durante a execução das obras e ainda por uma série de lacunas existentes nas normas quando se precisa de um direcionamento particular para as estruturas de concreto no saneamento.

Apesar de toda progressão que o concreto vem sofrendo com o decorrer dos anos, ainda percebe-se as obras de saneamento são cada vez mais acometidas por problemas patológicos.

Cada ambiente das estações de tratamento de água e esgoto possuem uma peculiaridade quanto aos ataques. Os produtos químicos utilizados no tratamento, o efeito erosivo da água com partículas sólidas, a ação corrosiva de bactérias nas ETE's (Estação de Tratamento de Esgoto) que possuem processos de tratamento fechado, dentre outros.



## METODOLOGIA



Esquemal: Metodologia adotada.

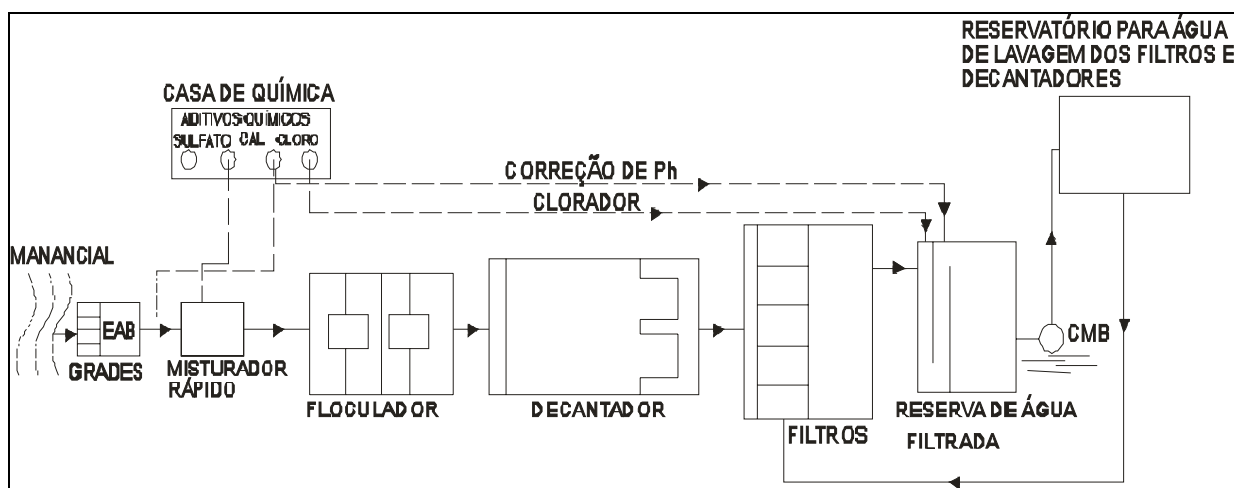
## DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento deste trabalho foram seguidas todas as instruções (etapas e fases) propostas na metodologia do mesmo, conforme mostrado a seguir.

Na etapa 1 foram coletados dados e informações cadastrais referentes à ETA Utinga, obtidos através de visitas técnicas e pesquisas no acervo técnico da Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA) e da Universidade federal do Pará (UFPA), conforme pode ser observado na etapa 2 descrita a seguir.

Com base nos dados e informações obtidos na etapa 1, tornou-se possível a sistematização dos mesmos por meio de quadros, tabelas, esquema.

A seguir é mostrado um esquema genérico de uma ETA.



Esquema 2 – Unidades de um sistema de tratamento de água.

Fonte: Adaptado LEME, 2000.

A ETA está em operação à aproximadamente 23 anos, sendo esta composta de várias unidades de tratamento de água, tais como; floculadores, decantadores e filtros, reservatório, casa de química e conjuntos motor bomba.



Para o desenvolvimento da etapa 3, foram realizadas visitas técnicas na ETA Utinga, onde foi possível observar as estruturas de concreto armado nas unidades de tratamento da estação que apresentaram áreas afetadas por anomalias.

As patologias em obras de abastecimento podem ter como agravante tanto os componentes da água bruta, como as substâncias que são acrescentadas a ela para tratamento, como segue:

- a) Sólidos totais: deve-se considerar o efeito erosivo do fluxo de água contendo estas partículas principalmente em locais com velocidade de fluxos mais elevados;
- b) Nitrogênio total: o nitrogênio é um elemento indispensável para o crescimento dos microorganismos e algas; sais de amônio ( $\text{NH}_3$ ) são inconvenientes porque reagem com a alcalinidade protetora do concreto;
- c) Cloretos: a presença de íons cloretos promove a corrosão eletroquímica pontual da capa passivante da armadura do concreto;
- d) Alcalinidade: pela própria natureza química da pasta de cimento, pode-se prever que o concreto, devido à sua natureza alcalina, apresente boa resistência à ação de bases. Entretanto, em presença de soluções concentradas alcalinas, pode-se verificar a deterioração do concreto;
- e) Ataque químico causado pela dosagem de produtos extremamente ácidos ou extremamente básicos em estruturas de saneamento.

Realizado o levantamento geral da situação das estruturas das unidades de tratamento da estação observou-se a existência de uma grande quantidade de áreas afetadas por fatores como água, ar, temperatura, agentes químicos utilizados no tratamento de água, etc. Peres (2006) cita que as patologias em concreto armado têm suas causas classificadas em físicas e químicas, como descrito abaixo:

## 1. Causas Físicas:

- 1.1 **Por desgaste superficial ou perda de massa devida à abrasão:** a abrasão refere-se a atrito seco e é a perda gradual e continuada da argamassa superficial e de agregados em uma área limitada; de acordo com a profundidade do desgaste, este pode ser um desgaste leve com até 6 mm de profundidade; desgaste médio com perda da argamassa superficial de 7 a 12mm; desgaste pesado com perda de argamassa superficial de 13 a 25mm; desgaste severo com perda da argamassa superficial, da argamassa que envolve o agregado graúdo em profundidades maiores que 25mm, com possível exposição de armaduras (NORMA DNIT 090/2006 – ES).
- 1.2 **Fissuração:** devido a gradientes normais de temperatura e umidade, as pressões de cristalização de sais nos poros, a carregamento estrutural e à exposição a extremos de temperaturas, tais como congelamento ou fogo. Podendo ser também devida à carga estrutural, sobrecarga excessiva e à ação de temperaturas extremas (REVISTA CONCRETO & CONSTRUÇÃO, 2007).

## 2. Causas Químicas

As reações químicas que provocam a degradação do concreto podem ser resultantes de interações químicas entre agentes agressivos presentes no meio ambiente externo e os constituintes da pasta de cimento ou podem resultar de reações internas, tipo reação alcaliagregado, ou da reação da hidratação retardada  $\text{CaO}$  e  $\text{MgO}$  cristalinos, se presentes em quantidades excessivas no cimento Portland, ou ainda, da corrosão eletroquímica da armadura do concreto. Convém ressaltar que as reações químicas se manifestam através de deficiências físicas do concreto, tais como aumento da porosidade e da permeabilidade, diminuição da resistência, fissuração e lascamento (NORMA DNIT 090/2006 – ES).

### 2.1 Reações envolvendo hidrólise e lixiviação dos componentes da pasta de cimento endurecido:

**2.1.1 Eflorescência:** Provocada quando águas puras com pouco ou nenhum íon de cálcio entram em contacto com a pasta de cimento Portland, elas podem hidrolisar ou dissolver os produtos contendo cálcio.

**2.1.2 A lixiviação do hidróxido de cálcio do concreto:** além da perda de resistência, provoca agressões estéticas, já que o produto lixiviado interage com o  $\text{CO}_2$  presente no ar, daí resultando a precipitação de crostas brancas de carbonato de cálcio na superfície.

Reações químicas envolvendo a formação de produtos expansivos no concreto endurecido podem provocar sua degradação; inicialmente a expansão pode não provocar danos ao concreto, mas o aumento das tensões internas pode causar o fechamento das juntas de expansão, deformação, fissuração, lascamento e pipocamento do concreto.

Os quatro fenômenos associados com reações químicas expansivas são: ataque por sulfato, ataque álcali agregado, hidratação retardada de óxido de cálcio ( $\text{CaO}$ ) e óxido de magnésio ( $\text{MgO}$ ) livres e corrosão da armadura de concreto (NORMA DNIT 090/2006 – ES).

Dentre as patologias encontradas em visita a ETA estão:

- a) **Lixiviação:** é ocasionada por atuação das águas brutas, carbônicas, agressivas e ácidas que diluem e carregam os compostos hidratados da pasta do cimento. É uma construção de deterioração que acontece principalmente em lajes de teto dos reservatórios, em trincas e juntas de concretagem (REVISTA CONCRETO & CONSTRUÇÃO, 2007).
- b) **Despassivação por elevado teor de íon cloro (cloreto):** acontece quando há uma concentração de cloreto maior que a concentração de hidroxilas nos poros do concreto ocorrendo a despassivação da superfície do aço, ocasionando assim a corrosão. A penetração do cloreto se dá através dos poros do concreto ou trincas, por difusão, impregnação ou absorção capilar. Ocasionalmente os cloretos podem ser introduzidos no concreto no ato de sua fabricação, tanto através de amassamento, quanto através dos agregados (REVISTA CONCRETO & CONSTRUÇÃO, 2007).
- c) **Carbonatação:** O  $\text{Ca(OH)}_2$ , com contribuição secundária dos álcalis dissolvidos na água dos poros, confere uma elevada alcalinidade à pasta endurecida, produzindo pH da ordem de 12 a 13. Nesta condição, há a formação de um filme de óxidos na superfície das armaduras, resistente e aderente, que impede o desencadeamento da corrosão. Nesta situação, dizemos que as armaduras encontram-se “passivadas”.
- d) **Corrosão da armadura do concreto:** Manifesta-se pela expansão, fissuração, lascamento do cobrimento, perda de aderência entre aço e concreto e redução da seção transversal da armadura. As corrosões, do concreto e do aço, são objeto de Especificação Particular própria.
- e) **Ataque químico:** causado pela dosagem de produtos extremamente ácidos ou extremamente básicos em estruturas de saneamento (NORMA DNIT 090/2006 – ES).
- f) **Manchas no concreto aparente:** causadas por fatores como a eflorescência, lixiviação, carbonatação.
- g) **Fissuração:** devidas a gradientes normais de temperatura e umidade, a pressões de cristalização de sais nos poros, a carregamento estrutural e exposição a extremas temperaturas, tais como congelamento ou fogo.

A seguir é mostrado o levantamento fotográfico das mesmas.



Quadro 1: Lixiviação da estrutura de concreto armado.

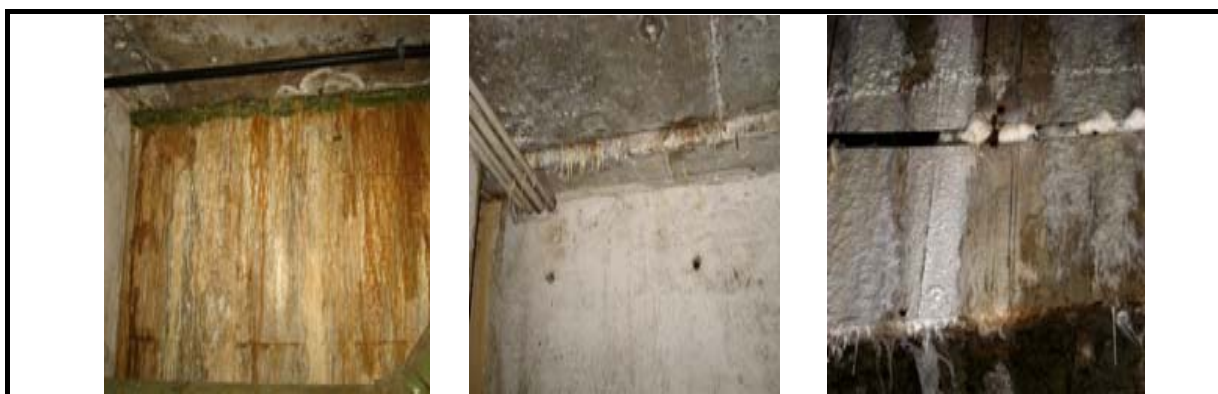




Quadro 2: Corrosão e Fissuração .



Quadro 3: Corrosão, Fissuração e Manchas.



Quadro 4: Calcificação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo como base os dados apresentados no desenvolvimento deste trabalho, pode-se observar que as estruturas de concreto armado da ETA UTINGA, apresentaram diversos tipos de patologias, conforme mostrado nos itens anteriores. Sendo aparente a necessidade de ações preventivas e reparadoras nas estruturas, de modo a melhorar o funcionamento das unidades de tratamento de água da estação.

Portanto, a eficiência do controle operacional está intimamente ligada às condições estruturais das unidades sendo recomendado que a manutenção preventiva e reparadora das estruturas seja realizada de forma periódica e eficaz. Não há uma norma que trate especificamente de obras de saneamento, no entanto existe a NBR



14931:2004 – “Execução de Estruturas em Concreto” que se for tomada como referência nas obras de saneamento acredita-se no aumento da vida útil das estruturas de concreto.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. CAMPANER, Simone; CARVALHO, Maria; LOBO, Adriana. Deteriorização, durabilidade e intervenção em estruturas de concreto de obras de saneamento. REVISTA CONCRETO & CONSTRUÇÃO. Instituto Brasileiro do Concreto – IBRACON. São Paulo, Artigo 4, setembro de 2007.
2. MAIA, Gustavo; D'ÁVILA. Recuperação de estruturas de concreto no saneamento. REVISTA CONCRETO & CONSTRUÇÃO. Instituto Brasileiro do Concreto – IBRACON. São Paulo, Artigo 5, setembro de 2007.
3. PINTO, Jaques; TAKAGI, Emílio. Sistema de impermeabilização e proteção para obras de saneamento, São Paulo, 2007. Disponível em:< [www.casadagua.com.br/pdf/artigosaneamento.pdf](http://www.casadagua.com.br/pdf/artigosaneamento.pdf) >. Acesso em: 10 nov. 2007
4. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. NBR 090/2006 – Patologias do concreto. Espírito Santo, 2006.