

I-248 - ESTUDO DE CASO – EFICIÊNCIA DA LIMPEZA QUÍMICA DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ABASTECIMENTO PÚBLICO, NO ESTADO DE GOIÁS-BRASIL

Carlos Roberto Alves dos Santos⁽¹⁾

Licenciado e Bacharel em Ciências Biológicas, pela Universidade Católica de Goiás-UCG, Mestre em Biologia-Ecologia pela Universidade Federal de Goiás-UFG, Téc. Em Saneamento pela Escola Técnica Federal de Goiás e Gerente de Prot. Ambiental e Qualidade do Produto da Companhia de Saneamento de Goiás S/A – SANEAGO.

Patrícia Pereira Ribeiro Keller⁽²⁾

Ma. Engenheira do Meio Ambiente (UFG); Farmacêutica-Bioquímica (UFG); Técnica em Saneamento (ETFGO) lotada na unidade de Proteção Ambiental e Qualidade do Produto (P-GAQ)/Saneamento de Goiás S.A. (SANEAGO).

Endereço⁽¹⁾: Rua Com. Negrão Lima, 351, Apto 1001, torre I Res. Portal das Dunas– Setor Negrão de Lima - Goiânia- Goiás - CEP: 74650-030 - Brasil- Tel: +55 (62) 98162-6084 e-mail: crasanto@gmail.com.

RESUMO

A grande maioria dos sistemas de abastecimento de água no Brasil apresentam problemas de "água vermelha" ou "água suja" na rede de distribuição, bem como apresentam um elevado grau de incrustações nas tubulações, resultando em um alto índice de reclamações por parte dos clientes em relação à qualidade do produto. É um evento que frequentemente ocorre nos sistemas de abastecimento de água-SAA em todo território brasileiro, e nem sempre a "água suja" é vermelha, mas em alguns casos negra, quando da presença do manganês. Os estudos realizados no município de Valparaíso de Goiás, (SILVA *ET ALL*, 2015) possibilitaram a elaboração de um protocolo para remoção de incrustações caracterizadas por finas camadas sobrepostas na superfície interna da tubulação de água, devido as precipitações dos íons metálicos ferro e manganês, lembrando um pó fino e negro. Este protocolo foi utilizado no município de Campinorte e em Goiânia no sistema Madre Germana II, apresentando os resultados obtidos, satisfatórios em relação a melhoria na qualidade de água na rede de distribuição, reduzindo as reclamações dos clientes quanto a este requisito legal.

PALAVRAS-CHAVE: Limpeza de rede, ferro, manganês e ácidos orgânicos combinados.

INTRODUÇÃO

A grande maioria dos sistemas de abastecimento de água no Brasil apresentam problemas de "água vermelha" ou "água suja" na rede de distribuição, bem como apresentam um elevado grau de incrustações nas tubulações, resultando em um alto índice de reclamações por parte dos clientes em relação à qualidade do produto. A formação destas incrustações e da "água suja", está intimamente ligada a presença de metais, principalmente o Ferro e o Manganês na água produzida (WEIGET,2017).

É um evento que frequentemente ocorre nos sistemas de abastecimento de água-SAA em todo território brasileiro, e nem sempre a "água suja" é vermelha, mas em alguns casos negra, quando da presença do manganês. Estas alterações na qualidade de água, surgem quando há paralizações no SAA, por falta de energia elétrica ou outras manutenções locais, que ao retornar o abastecimento o material incrustado nas redes de distribuição é carregado no processo de recarga, alterando os aspectos físicos da água (cor aparente e turbidez). Nesta situação a concessionária, providencia descargas em pontas de rede e/ou ramais, como forma de reduzir o impacto desta não conformidade na qualidade de água, procedimento que nem sempre em alguns dos casos soluciona de forma rápida a presença de cor (>15uH) e turbidez (>5 NTU) elevada.

Os estudos realizados no município de Valparaíso de Goiás, (SILVA *ET ALL*, 2015) possibilitaram a elaboração de um protocolo para remoção de incrustações caracterizadas por finas camadas sobrepostas na superfície interna da tubulação de água, devido as precipitações dos íons metálicos ferro e manganês, lembrando um pó fino e negro.

Duarte (2006), verificou significativa relação entre estes íons metálicos(ferro e manganês) e os aspectos físicos da água na rede de distribuição, em estudos realizados no SAA João Leite, em Goiânia, sugerindo que setenta e cinco por cento (75,7%) das ocorrências de cor e turbidez elevadas, eram decorrentes da presença de ferro acima dos padrões e os outros 24,3% sugeriam a precipitação de alumínio ou de manutenções na rede. Avaliações no banco de dados de qualidade de água na rede de distribuição, ocorridas no SAA Independência Mansões em Aparecida de Goiânia-Go, demonstraram que a ocorrência de ferro acima de 0,3mg/L estiveram associado frequentemente a valores de turbidez e cor maior que 2,8NTU e 10uH respectivamente (SANEAGO,2010).

O ferro e manganês é objetável nos SAA devido: ao sabor que provoca; manchar acessórios sanitários; promover incrustações; alterar a cor e turbidez; reduzir o cloro residual. Além dos itens anteriormente relacionados, que apesar de evidenciar a presença destes elementos metálicos, promovem transtornos aos consumidores, ocasionando prejuízos de ordem estética e econômica aos que fazem uso da água como também a concessionária. A negligência por parte dos gestores dos SAA, em procrastinar solução para a não conformidade na água proveniente da presença destes íons, pode acarretar sérios prejuízos como:

- descumprimento dos requisitos legais;
- autos de infração;
- ações judiciais;
- assédio publicitário expondo uma imagem negativa da empresa, além do desgaste físico-emocional entre os usuários e gestores da concessionária.

Não há uma solução única para as ocorrências não conformes de Fe e Mn, cada SAA deve ser analisado suas particularidades, como concentração dos ions metalicos, possibilidade para complexar e no caso de remoção, o manganês apresenta maior complexidade para o tratamento que o ferro. Alguns eventos podem ser citados como fases de evolução do efeito do ferro e manganês depositado nas redes de distribuição associados aos resíduos das manutenções de rede:

- amarelamento da agua na rede distribuição com cor aparente elevada e baixa turbidez,
- elevação da turbidez e cor quando ocorre intermitência no abastecimento ou manutenção na rede;
- elevação do consumo de cloro na água com ferro e manganês;
- grande demora nas descargas para reduzir a cor e turbidez da água;
- aumento do numero de reclamações na qualidade de água;
- contribuição na elevação das descargas de rede e ramal;
- em algumas ocasiões ocorre odor na água;
- o cloro residual tende a ficar mais baixo na rede, podendo ocorrer presença de coliformes;
- a população aciona a mídia local;
- inicia por parte dos órgãos reguladores e fiscalizadores questionamentos sobre qualidade de água.

Este trabalho aplica-se e avalia o protocolo elaborado por SILVA et all (2015), executando a limpeza química da rede de distribuição de abastecimento público de água, pelo uso de ácidos orgânicos combinados, em Campinorte-GO e Goiânia no Sistema Madre Germana II , decorrente de incrustações de ferro e manganês, que ocasionam alterações na qualidade de água distribuída.

MATERIAIS E MÉTODOS

Area de Estudo

A área de estudo compreendeu o sistema de distribuição de Campinorte e de Goiânia Madre Germana II, para avaliação dos resultados críticos de ferro e manganês na rede, foi utilizado a citação de SILVA & ALMEIDA(1979), menciona que águas com teores entre 0,1 e 0,3 mg/l de ferro, originam formas de

incrustação geralmente ligeiras e quando a concentração varia entre 0,4 e 1,5 mg/l de ferro, poderão aparecer formas graves de incrustação.

Sistema Campinorte

Campinorte, é um município brasileiro situado na região norte do estado de Goiás, na microrregião de Porangatu, com uma população em 2014, segundo o IBGE, de 11940 habitantes. (<http://www.campinorte.go.gov.br>, 2015). O sistema de abastecimento é constituído por fontes de água subterrânea, que devido a presença de ferro e manganês, a oxidação pelo cloro e elevação do pH por alcalinizante, são os tratamentos preliminares para remoção destes íons, em dois filtros russo com leito filtrante em areia e carvão ativado, compondo a Estação de Tratamento de Água-ETA deste sistema. O sistema de distribuição registrava aproximadamente 3900 ligações no período da limpeza sendo, formado por um reservatório apoiado de 300m³ e dois elevados de 100m³, com redes em pvc e cimento amianto do tipo ramificado com uma extensão estimada de 85228. Elaborou-se um plano de ação com quinze itens para a limpeza de rede, a partir de julho de 2015, com base no procedimento descrito por SILVA *et all* (2015), utilizando ácidos orgânicos (PEREIRA, 1998).

Sistema Madre Germana

No município de Goiânia, Goiás, Brasil, o sistema de abastecimento público Madre Germana é constituído por poços tubulares profundos com capacidade de produção total de 3.243,45 m³/dia, sendo 1.112,83 m³/dia do Sistema Madre Germana I e 2.130,62 m³/dia do Sistema Madre Germana II em Goiânia com aproximadamente 539 ligações; com capacidade de reservação de 400 m³ e 250 m³, respectivamente. Ambos realizam desinfecção por hidrogerox com adução por recalque. Dentre os poços do sistema, o Poço 1 contribui com alta quantidade de íons ferro (27,2 mg/L – 01/2016) e íons manganês (1,27 mg/L – 01/2016) que são elementos precursores de incrustações em redes.

A metodologia para limpeza química de rede empregada, foi a descrita conforme SILVA *et all*(2015) e segue abaixo as fases relacionadas:

Elaboração de plano de ação

Para execução do processo de limpeza química de rede, um plano de ação(O que? Quem? Como? Porque? Quando? Onde? e Situação e/ou custo) foi elaborado com as atividades a serem desenvolvidas de forma disciplinada e sistemática. As ações compreendem: diagnostico da qualidade de água no sistema de distribuição, Reunião de planejamento, coleta e análise simplificada da incrustação e aquisição do desincrustante (calculado da quantidade, orçamento e compra), avaliação do cadastro de rede, elaboração de lista de verificação (check list), monitoramento antes e depois da limpeza, plano de comunicação, adequação da área a ser limpa e execução da limpeza química.

Diagnostico da qualidade de água na rede distribuição

O diagnostico consiste, em histórico das análises de água do monitoramento na rede de distribuição, de cor aparente, turbidez, ferro total e manganês, além de registros de reclamações de água suja (cor e turbidez fora dos padrões) ou reincidências de não conformidade nas características físicas da água (cor e turbidez) no sistema.

Reunião de planejamento

A reunião de planejamento é quando apresentamos aos gestores do sistema de distribuição, como sera realizado a limpeza química, utilizando o plano de ação como ferramenta de gestão deste processo de manutenção da rede.

Coleta e análise simplificada da incrustação

O processo de avaliação da incrustação foi definido experimentalmente, pela utilização de produtos disponíveis no mercado para remoção de incrustações, bem como pelo uso de soluções ácidas e / ou básicas, submetendo pedaços da tabulação incrustada, aos produtos químicos utilizados, sendo este procedimento descrito posteriormente no ME08.0622 (SANEAGO,2016). Após definido o desincrustante através do ensaio

laboratorial, realiza-se o cálculo da quantidade a ser utilizada, busca orçamentos e efetiva a compra do produto.

Elaboração de lista de verificação (Check List)

Uma lista de verificação é elaborada com vários itens a serem providenciados para a limpeza química de rede, afim organizar o detalhamento durante o processo de manutenção da rede.

Monitoramento antes e após limpeza química de rede

Coletas e análises são programadas antes e após a limpeza para avaliação dos resultados. São amostrados conforme o tamanho da área, duas amostras por bairros ou no mínimo 10 pontos distribuídos de forma a representar a área que recebeu o tratamento químico da limpeza.

Plano de comunicação

O plano de comunicação consiste na forma que a concessionária divulgara o procedimento de limpeza de rede aos consumidores da área afetada, utilizando-se de panfletos, carro de som, comunicados pela rádio local etc.

Análise do cadastro técnico e visita à área de estudo

O cadastro técnico da rede das áreas a serem submetidas a limpeza de rede foi consultado, para verificação da existência de registros de descargas e conhecimento das vias de fluxo do fornecimento de água para posterior isolamento se necessário da área de estudo. Visita ao local foi realizada para conhecimento das categorias predominantes de consumo e ajustes técnicos não contemplados pelo cadastro.

Adequação da área de estudo para limpeza de rede.

Esse procedimento foi executado por setorização (não é pré-requisito para limpeza) para minimizar o transtorno pela interrupção no abastecimento durante a manutenção na rede. Definida a setorização da área, elaborou-se um cronograma de limpeza a ser executado dentro de um período pré-estabelecido. Relacionou materiais e equipamentos necessários para execução da operação de limpeza, viabilizando sua aquisição. Em Campinorte a limpeza ocorreu em toda a rede de distribuição e no sistema Madre Germana II, apenas em uma parte do sistema.

Execução da limpeza de rede na área de estudo.

Após aquisição do desincrustante faz-se a programação para a data de realização da limpeza de rede, sendo a primeira vez a realizar esta atividade, recomenda-se uma reunião com a equipe que vai participar para esclarecimento quanto a logística da realização desta manutenção na rede.

ANÁLISES DOS RESULTADOS

O processo simplificado de avaliação da incrustação, definiu dentre os desincrustantes o ácido orgânico combinado, a base de ácido cítrico, foi que melhor apresentou resultados satisfatórios para a remoção da incrustação verificada nos tubos da rede do Sistema de Campinorte e Madre Germana II.

A incrustação apresentou um aspecto em forma de pó fino, lembrando ao pó de café seco, quando em contato com o ácidos orgânicos combinados reagiu formando um composto de coloração amarela com produção de espuma decorrente da reação química, e material particulado em suspensão ferruginosa.

Sistema de Distribuição de Campinorte

Para o registro de evidências objetivas da limpeza de rede (tabela 1), foram realizadas coletas no poço tubular profundo após oxidação com o cloro, na saída do tratamento e na rede de distribuição afim de registrar a

eficiência do processo operacional executado em setembro de 2015 no sistema de abastecimento em Campinorte.

Tabela 1- Estatística dos resultados de análise de água (mg/L- Fe, Mn, Cor, pH; NTU-turbidez) POÇO-água do poço tubular profundo oxidada, saída do tratamento-ETA e REDE-rede de distribuição antes e depois da limpeza de rede. Amostras realizadas no mês de janeiro, julho, agosto e setembro de 2015.

PARÂMETRO	ESTATÍSTICA	ANTES LIMPEZA			APÓS LIMPEZA		
		POÇO	ETA	REDE	POÇO	ETA	REDE
PH	MAXIMO	7,36	7,80	7,98	7,74	7,81	
	MEDIA	7,27	7,76	7,71	7,73	7,64	
	MEDIANA	7,23	7,76	7,73	7,73	7,69	
	MINIMO	7,18	7,71	7,36	7,72	6,98	
	D.PADRAO	0,08	0,06	0,16	NA	0,01	0,18
	CV%	1,16	0,82	2,04		0,18	2,38
	IC %	100	100	100		100	100
	Nº AMOSTRA	5	2	20		2	20
COR	MAXIMO	133	40,40	503,90	8,0	12,40	
	MEDIA	71,54	25,94	88,23	7,35	8,00	
	MEDIANA	47,20	28,60	40,95	7,65	7,15	
	MINIMO	45,60	8,60	4,20	6,10	3,20	
	D.PADRAO	38,51	10,81	111,44	NA	0,87	2,35
	CV%	53,84	41,69	126,30		11,89	29,33
	IC %	0	14	17		100	100
	Nº AMOSTRA	5	7	30		4	20
TURBIDEZ	MAXIMO	77	1,70	54,00	1,10	6,00	
	MEDIA	17,56	1,21	7,75	0,63	1,19	
	MEDIANA	2,30	1,10	1,80	0,60	0,85	
	MINIMO	0,50	0,85	0,45	0,20	0,30	
	D.PADRAO	33,24	0,35	12,31	NA	0,38	1,24
	CV%	189,30	28,99	158,85		60,40	103,83
	IC %	0	43	70		75	95
	Nº AMOSTRA	5	7	30		4	21
FERRO	MAXIMO	5,29	1,54	7,72	0,16	1,73	
	MEDIA	3,68	0,52	1,38	0,06	0,16	
	MEDIANA	2,84	0,41	0,64	0,03	0,01	
	MINIMO	2,75	0,16	0,05	0,01	0,01	
	D.PADRAO	1,25	0,44	0,53	NA	0,07	0,26
	CV%	33,96	84,10	38,60		129,84	159,32
	IC %	0	38	30		100	91
	Nº AMOSTRA	5	8	30		4	22
MANGANÊS	MAXIMO	0,55	0,31	5,64	0,19	0,16	
	MEDIA	0,36	0,18	0,69	0,08	0,06	
	MEDIANA	0,29	0,19	0,23	0,06	0,06	
	MINIMO	0,27	0,08	0,01	0,001	0,001	
	D.PADRAO	0,12	0,07	1,26	NA	0,08	0,05
	CV%	34,12	40,44	182,74		103,68	71,37
	IC %	0	13	37		75	81
	Nº AMOSTRA	5	8	30		4	21

NA não aplicável CV%- Coeficiente de variação *IC%-índice de conformidade
* Para água bruta subterrânea CONAMA nº369/08 e água tratada Portaria nº2914/11

O potencial hidrogeniônico apresentou-se neutro, não ocorrendo variações expressivas, e apresentando um índice de conformidade (é a relação entre o quociente do número de ocorrência conforme do parâmetro analisado, pelo número total de resultados do parâmetro analisado, em percentual) satisfatório atendendo as exigências da Portaria de potabilidade.

A cor aparente antes da limpeza de rede apresentou baixo índice de conformidade com elevada variabilidade dos resultados apresentando uma remoção média da não conformidade com a limpeza de rede na ordem de 90,9%. Contudo melhoras foram registradas após o procedimento operacional, com estabilidade da concentração na ETA e remoção média da não conformidade de cor na ordem de 71,7% , entretanto ainda muito oscilante na rede mas, com elevado índice de conformidade. A turbidez mesmo antes da limpeza apresentava resultados satisfatórios na rede contudo, relevantes ocorrências acima de 1 NTU.

Ambos os metais apresentaram após a limpeza de rede, ótimos resultados do índice de conformidade, as ocorrências acima dos padrões na ETA e na rede, indicaram a necessidade do uso adicional de alcalinizante para elevação do pH e precipitação ou o uso temporário do ortopolifosfato na saída do filtro, visto que o mesmo complexa estes íons evitando que a água apresente com uma coloração amarela. É imprescindível a remoção do ferro e manganês e/ou sua complexação para que a rede não torne a incrustar e conseqüentemente alterar a qualidade da água. A pre-oxidação não deve ser interrompida pois, os teores destes metais são elevados no poço tubular, sendo inadequado somente utilizar a complexação com o ortopolifosfato.

Na tabela 2 verificou-se no mês de outubro/15 o reflexo da limpeza de rede no registro da redução de descargas e vazamentos após o procedimento operacional. E mesmo após um ano e oito meses da limpeza em Campinorte, a situação não conforme instalada antes da limpeza de rede, não foi verificada até o presente momento, evidências que fortalece o uso da metodologia pelo retorno (custo-benefício) que proporciona a concessionária de água.

Tabela 2- Dados de descarga e vazamento em rede e ramal do relatório do sistema integrado de prestação de serviços atendimento ao público (RS330B) do mês de julho, agosto, setembro e outubro até o dia 25/10/15.

Mês	Descarga	Vazamentos
JUL/15	32	10
AGO/15	13	5
SET/15	13	26
OUT/15	0	7

Sistema de Distribuição Madre Germana II

Tabela 3- Estatística dos resultados de análise de água (mg/L- Fe, Mn, Cor; NTU-turbidez) REL-reservatório elevado, saída do tratamento-ETA e REDE-rede de distribuição antes e depois da limpeza de rede.

PARÂMETRO	ESTUDO ESTATÍSTICO	ANTES DA LIMPEZA			APÓS A LIMPEZA			EFICIÊNCIA DA LIMPEZA DE REDE		
		ETA	REL	REDE	ETA	REL	REDE	ETA	REL	REDE
cor	máximo	15	19,7	32,4	8,2	11,5	19,3	48,67%	64,97%	46,69%
	mínimo	15	19,7	10	7,1	2,2	3,3			
	média	15,0	19,7	21,2	7,7	6,9	11,3			
	desvio padrão	0,00	0,00	15,84	0,78	6,58	11,31			
	número de amostras	1	1	3	2	3	26			
turbidez	máximo	1,5	9,3	3,1	0,6	1,4	2,3	69,33%	90,05%	32,91%
	mínimo	1,5	9,3	0,85	0,32	0,45	0,35			
	média	1,500	9,300	1,975	0,460	0,925	1,325			
	desvio padrão	0,00	0,00	1,59	0,20	0,67	1,38			
	número de amostras	1	1	3	2	3	26			
ferro	máximo	0,10	1,00	0,23	0,12	0,02	0,10	35,00%	98,50%	56,00%
	mínimo	0,10	1,00	0,02	0,01	0,01	0,01			
	média	0,100	1,000	0,125	0,065	0,015	0,055			
	desvio padrão	0,00	0,00	0,15	0,08	0,01	0,06			
	número de amostras	1	1	3	2	3	26			
manganês	máximo	0,01	0,04	0,01	0,1	0,06	0,29	Não houve redução no teor de manganês após a limpeza de rede.		
	mínimo	0,01	0,04	0,01	0,08	0,03	0,05			
	média	0,010	0,040	0,010	0,090	0,045	0,170			
	desvio padrão	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,17			
	número de amostras	1	1	3	2	3	26			

No dia 23/02/2016 realizou-se a limpeza de rede na área de influência do REL Madre Germana II. Durante o procedimento, a população colaborou mantendo a reserva domiciliar e não abrindo os hidrômetros que foram fechados pela concessionária de água.

Na Tabela 3 verifica-se os resultados obtidos antes e após o procedimento de limpeza de rede. É evidente o alto teor de ferro e turbidez no monitoramento antes da limpeza e sua redução em até 98% e 90% no REL Madre Germana II, respectivamente.

A cor aparente antes da limpeza de rede apresentava baixo índice de conformidade, mas após a limpeza observou-se remoção média na ordem de 65% no REL e de 47% na rede; enquadrando os resultados nos requisitos legais da legislação em vigor. Tal evidência deve-se a remoção de 98,50% do ferro total no REL e 56% na rede; satisfazendo a necessidade do consumidor em obter água tratada com os padrões organolépticos aceitáveis.

A turbidez antes da limpeza apresentava inconformidades no REL, mas após a limpeza observou-se remoção de 90,05% da turbidez. Os bons resultados obtidos com o procedimento de limpeza de rede, abastecida pelo REL Madre Germana II, demonstra resultados promissores para este tipo de manutenção que reduz a insatisfação dos consumidores quanto a qualidade de água, evitando dissabores com a opinião pública e órgãos reguladores e fiscalizadores.

CONCLUSÃO

O protocolo para limpeza de rede, utilizando ácidos orgânicos combinados, demonstrou ser adequado para reduzir a não conformidade na qualidade de água na rede de distribuição que ocorrem incrustações por ferro e manganês.

A logística aplicada com a elaboração do plano de ação e da relação de atividades para o dia da limpeza, foram instrumentos que nortearam o bom andamento deste complexo trabalho de manutenção operacional. Apresentou resultados imediatos após a limpeza, na qualidade de água na rede, promovendo a satisfação do cliente e adequando o produto fornecido aos requisitos legais pertinentes. Os seguintes resultados foram obtidos:

- O potencial hidrogeniônico apresentou-se neutro;
- Houve adequação legal nos parâmetros de qualidade (cor, turbidez, ferro e manganês);
- Queda do número de descargas na rede decorrente de qualidade de água;
- Continuidade da conformidade na qualidade de água, após procedimento operacional a mais de um ano e oito meses.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. PEREIRA, E. - A utilização de ácidos orgânicos combinados na limpeza e recuperação de poços tubulares incrustados. X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas.1998.
2. SANEAGO-SANEAMENTO DE GOIÁS S.A. IT07.0542-Limpeza em rede de água para abastecimento público.Revisão (01).Goiânia.2011. 1-8p.
3. SANEAGO-SANEAMENTO DE GOIÁS S.A. ME08.0622-Método para avaliação da remoção de incrustações em rede de água para abastecimento público.Revisão (00).Goiânia.2012. 1-3p.
4. SILVA,A.M.M.;REIS,C.V & SANTOS,C.R.A-Ação mitigadora para melhoria na qualidade de água, na rede de distribuição do sistema de abastecimento de Valparaíso de Goiás-Go, Brasil.In:28º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.ABES.Rio de Janeiro.2015.6p.
5. SILVA, M.O & ALMEIDA, C.A.C- Incrustações ferruginosas em captações.Um caso de recuperação espectacular.Bol. Do Museu e Laboratorio Mineralógico e Geológico da Fac. De Ciencias de Lisboa, vol.16(1),p219-227.1979
6. SYSTEM MUD- Easy Clean- Boletim técnico.www.systemmud.com.br-2012
7. SANEAGO-SANEAMENTO DE GOIAS S.A.- Relatório de ensaio para desincrustação em amostras de tubulações de água.Formulario FR04.5024 (00).2015.4p.
8. SANEAGO-SANEAMENTO DE GOIAS S.A.- Relatório do sistema integrado de prestação de serviços atendimento ao público(RS330B)- Resumo de serviço executados por distrito do mês de julho, agosto, setembro e outubro ate o dia 25/10/15.Consulta em 26/10/15. 4p.