

UTILIZAÇÃO DE POLÍMEROS PARA CONDICIONAMENTO DE LODO DE ETE PARA DESIDRATAÇÃO EM FILTRO PRENSA DE PLACAS

Marcelo Kenji Miki⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Escola Politécnica da USP. Mestre pela Escola Politécnica da USP. Coordenador de Transferência de Tecnologia da Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico da SABESP.

Pedro Além Sobrinho

Professor Titular do Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da EPUSP.



RESUMO

Este estudo procurou investigar a utilização de polímeros para condicionamento de lodo de ETE para desidratação em filtro prensa de placa e verificar as eventuais vantagens em relação ao condicionamento com cal e cloreto férrico.

Para isso foram realizadas pesquisa bibliográfica, consulta a fornecedores de polímeros e de equipamentos e trabalhos experimentais em laboratório e em escala piloto com lodo gerado nos digestores anaeróbios da ETE Barueri da SABESP que mostrava interesse em fazer o condicionamento do lodo com polímeros. Atualmente, na ETE Barueri o condicionamento de lodo é feito com cal e cloreto férrico, com dosagens em torno de 25% e 10% respectivamente e a desidratação em filtro prensa de placas, com tempo de ciclo de 4 horas, produz tortas com 40% de teor de sólidos e densidade de 1,20 kg/L. Nos experimentos foram utilizados polímeros catiônicos de alto peso molecular. O equipamento piloto utilizado foi um filtro prensa de placa do tipo membrana diafragma com dez placas de 800 x 800 mm.

Nos ensaios do filtro prensa piloto, com a utilização de polímero em pó para o condicionamento de lodo, indicou-se uma redução nos custos de produtos químicos consumidos em relação ao condicionamento com cal e cloreto férrico. O condicionamento com polímero em pó e cloreto férrico, com dosagens respectivamente de 4,83 kg/ton e 6,3%, resultou numa torta com teor de sólidos de 31% e densidade de 1,13 kg/L. Já o condicionamento feito somente com polímero em pó, com dosagem de 5,38 kg/ton, resultou numa torta com teor de sólidos de 30% e densidade de 1,08 kg/L, porém apresentou problemas na soltura das tortas. A utilização de polímeros permitiu trabalhar em taxas iniciais de filtração mais altas, resultando num tempo de filtração em torno de 120 minutos, implicando em tempos de ciclo mais curtos.

PALAVRAS-CHAVE: Polímero, Filtro Prensa, Lodo de ETE, Condicionamento, Desidratação.

INTRODUÇÃO

A desidratação de lodo digerido de ETEs em filtro prensa de placas é um processo reconhecido entre os mais eficientes devido ao alto teor de sólidos resultante na torta final. Tradicionalmente em filtro prensa tem-se utilizado cloreto férrico e cal para condicionamento de lodo. Com o uso destes condicionadores tem-se conseguido bons resultados em termos de redução de umidade, no entanto há a grande desvantagem de se incorporar uma quantidade considerável de sólidos secos na torta de lodo final. Pelo fato desse condicionamento inorgânico ser feito em batelada, o controle da dosagem dos produtos químicos é relativamente simples.

Alternativamente, o condicionamento de lodo pode ser feito com o uso de polímeros. A utilização do condicionamento com polímeros em filtro prensa não é uma prática comum no Brasil e mesmo na América do Norte a sua adoção é recente. Já nos países europeus, em especial a Inglaterra e a Alemanha, esta tecnologia tem sido empregada há mais tempo.

Uma das principais dificuldades na adoção do uso de polímeros no condicionamento de lodo para desidratação em filtro prensa reside no fato deste equipamento trabalhar de forma não contínua, ou seja, em batelada. Durante o ciclo de operação, as condições de vazão de lodo processado e pressão no interior do filtro sofrem mudanças. Um outro fator a ser considerado reside no fato do condicionamento com polímero ser feito normalmente em linha, ou seja, na tubulação de alimentação próxima à entrada do equipamento de desidratação. Portanto na operação do filtro prensa este condicionamento com polímero deve ser feito de forma contínua durante o ciclo em que as condições operacionais sofrem mudanças gradativas. Estas condições de operação associadas ao fato dos polímeros trabalharem em dosagens muito pequenas e serem sensíveis a pequenas variações faz com que a adoção do condicionamento do lodo com polímeros para desidratação em filtro prensa seja uma tarefa complexa. Esta complexidade não é encontrada nos outros equipamentos de desidratação de lodo que trabalham de forma contínua, como as centrífugas e os filtros prensa de esteira.

Através dos esforços de pesquisa e desenvolvimento empreendidos tanto pelos fabricantes de polímeros como de filtro prensa foi que esta tecnologia tornou-se viável. Sabia-se que era possível a utilização do polímero para o condicionamento em filtro prensa, mas não se sabia como fazer este condicionamento de maneira satisfatória.

Entre as vantagens citadas na literatura na adoção do polímero para condicionamento pode-se citar um menor investimento de capital para os equipamentos de preparo de produtos químicos, redução nos custos de produtos químicos consumidos, facilidade de preparo dos produtos químicos, manuseio de produto não corrosivo etc.

Para a realização deste trabalho procurou-se fazer uma revisão da literatura, que se mostrou escassa neste assunto que se complementaram com a execução de experimentos em escala laboratorial e piloto. Este trabalho também possuía um interesse em comum com a ETE Barueri, pois havia uma necessidade de ampliação das capacidades dos filtros prensas de placas. Uma das alternativas recomendadas para o aumento da capacidade dos

filtros prensa existentes na ETE Barueri seria a utilização de polímeros para condicionamento do lodo. Além deste interesse comum da ETE Barueri com este trabalho, houve um interesse por parte da empresa Netzsch que investiu na aquisição de um equipamento de filtro prensa piloto com membrana. O maior interesse da firma Netzsch foi a realização de testes com o lodo digerido produzido aqui no Brasil e obter parâmetros operacionais. Com estes parâmetros operacionais foi possível para a Netzsch projetar de maneira mais otimizada os filtro prensa do tipo membrana da ETE São Miguel, que foram previstos para trabalhar com condicionamento de lodos com polímeros. Houve também o próprio interesse dos fornecedores de polímeros para este trabalho devido a novas oportunidades de mercado que poderiam surgir em consequência da troca de produtos químicos de cal e cloreto férrico por polímeros.

OBJETIVOS

Considerando-se a necessidade de um maior aprofundamento no tema, os objetivos estabelecidos foram:

- Realização de ensaios em escala piloto para verificar a viabilidade técnica da utilização de polímeros no condicionamento de lodos para desidratação em filtro prensa de placas, bem como verificar as condições operacionais obtidas com este tipo de tecnologia;
- Estimar preliminarmente a viabilidade do ponto de vista econômico a utilização de polímeros no condicionamento de lodo para desidratação em filtro prensa de placa.

MATERIAIS E MÉTODOS

Lodo Utilizado

O lodo utilizado foi gerado nos digestores anaeróbios da ETE Barueri da Sabesp, que possui capacidade para tratamento de 7 m³/s através do processo de lodos ativados convencional.

Polímeros Utilizados

Os polímeros utilizados foram escolhidos entre os maiores fabricantes mundiais: Allied Colloids, Cytec, Floerger, e Stockhausen, cujas características estão apresentadas na tabela 2.

Tabela 2 – Características dos polímeros testados.

Marca	Modelo	Forma física	Peso Molecular (10 ⁶)	Densidade de Carga (%)
Allied	Percol 755	Pó	8	60
Allied	Percol 764	Pó	7	40
Cytec	Excel 5000	Emulsão	11 - 14	80
Cytec	Excel 5040	Emulsão	11 - 14	40
Floerger	9044	Pó	10 – 12	35 - 40
Floerger	9014	Pó	13 – 15	10 - 15
Stockhausen	644 BC	Pó	8	55
Stockhausen	K 144 L	Emulsão	10	80

Os polímeros testados foram limitados aos catiônicos, conforme orientações dos fornecedores. Esta informação também foi citada no artigo escrito por COLE; SINGER (1985).

Cloreto Férrico

De forma a auxiliar o condicionamento com polímeros, utilizou-se também a solução de cloreto férrico. As características da solução de cloreto férrico estão listadas a seguir:

- solução a 40%;
- densidade = 1,428 kg/L.

Equipamento piloto de filtro prensa de placas

O filtro prensa membrana piloto foi cedido pela firma Netzsch, que estava montado em cima de uma estrutura móvel, cuja posição final foi ao lado dos digestores anaeróbios de lodo.

As unidades componentes estão descritas a seguir:

- filtro prensa formato 800x800 mm com 10 câmaras, sistema de fechamento automático, abertura automática das placas do tipo diafragma. Área total de filtração igual a 8,19 m² e volume total das câmaras igual 123 L;
- reservatório para armazenagem de lodos com capacidade de 1000 L e com agitador do tipo lento;
- 2 reservatórios para preparo da solução de estoque de polímero com capacidade de 180 L;
- reservatório para preparo da solução de aplicação de polímero com capacidade de 500 L e com agitador de velocidade média;
- bomba Nemo modelo 3NU 06 (0,25 m³/h) para transferência do polímero do reservatório de estoque para a diluição no reservatório de aplicação;
- bomba Nemo mod. 2NE 15 (0,03 – 0,5 m³/h) para dosagem de polímero em linha;
- bomba Nemo mod. 6NE 15 (0,1 – 16 m³/h) para alimentação do filtro prensa;
- bomba Nemo mod. 4NE 15 (0,1 – 1,0 m³/h) para pressurização dos diafragmas;
- 2 transmissores de pressão eletrônicos com saída de sinal analógico e faixa de pressão de 0 a 15 bar;
- 2 medidores de vazão eletromagnéticos com saída de sinal analógico para determinar a vazão de lodo e polímero a ser dosado, permitindo desta forma a dosagem proporcional;
- quadro de comando elétrico contendo todos os elementos de força, sinalizadores e régua de bones para os componentes. Inclui programador lógico, software e placa ilustrativa com fluxograma na porta do painel;
- válvula de mistura em linha para a dispersão do polímero com o lodo.

Todos os componentes da unidade estavam montados e interligados através de tubulações e fiação elétrica do quadro de comando, permitindo uma operação automática. Tensão de trabalho de 220/380/440 V.

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os resultados estão apresentados na tabela 3 a seguir e possui as características do lodo condicionado, dos polímeros testados, da torta e do filtrado e também do tempo de filtração.

Tabela 3 – Resultado dos ensaios do filtro prensa piloto

Teste	Características do Lodo				FeCl ₃ (%)	Características do polímero					filtrado captura (%)	torta			tempo de filtração (min)
	pH	ST (mg/L)	SF (mg/L)	SF/ST (%)		marca	tipo	conc. de aplic. (%)	conc. da mistura (mg/L)	conc. da mistura (kg/ton)		teor de sólidos (%)	densidade (kg/L)	despren- dimento da tela	
1	-	34.238	18.248	53%	5,5%	Cytec	Excel 5000	0,5%	704	5,35	-	37%	-	bom	130
2	-	33.206	18.632	56%	-	Cytec	Excel 5000	0,5%	700	5,48	-	32%	-	bom	110
3	-	27.046	15.320	57%	6,3%	Cytec	Excel 5000	0,5%	699	6,73	-	35%	-	bom	140
4	-	26.864	14.864	55%	6,4%	Floerger	9014	0,1%	116	4,32	99,2%	32%	1,08	bom	135
5	6,8	23.378	12.960	55%	-	Floerger	9014	0,1%	107	4,58	99,2%	29%	1,08	regular	140
6	-	23.186	12.822	55%	-	Stockhausen	655	0,1%	152	6,57	99,6%	29%	1,10	regular	120
7	-	38.852	21.438	55%	4,4%	Stockhausen	655	0,1%	161	4,13	98,7%	32%	1,10	bom	130
8	-	25.502	13.840	54%	6,3%	Stockhausen	655	0,1%	153	6,06	98,2%	35%	1,12	bom	115
9	-	16.062	4.224	26%	8,9%	Allied	755	0,05%	75	4,67	90,2%	31%	1,16	bom	130
10	7,4	22.986	12.462	54%	7,5%	Stockhausen	K144L	0,5%	639	9,46	99,4%	31%	1,12	bom	110
11	6,9	26.332	15.130	57%	5,4%	Cytec	Excel 5000	0,5%	588	5,81	99,2%	31%	1,13	bom	100
12	6,8	24.934	14.482	58%	-	Cytec	Excel 5000	0,5%	644	6,72	99,9%	26%	1,09	regular	100
13	6,8	28.306	15.378	54%	6,7%	Cytec	Excel 5040	0,5%	683	7,97	99,1%	32%	1,13	bom	115
14	6,9	26.198	14.630	56%	-	Cytec	Excel 5040	0,5%	484	6,10	99,7%	29%	1,03	regular	115
15	6,9	31.748	17.680	56%	5,4%	Cytec	Excel 5000	0,5%	663	5,44	82,6%	31%	1,11	bom	120
16	7,3	27.388	19.640	72%	5,2%	Allied	755	0,15%	126	4,60	95,3%	31%	1,14	bom	150
17	7,4	27.092	18.848	70%	5,3%	Allied	764	0,10%	108	3,98	99,4%	29%	1,11	bom	150
18	7,5	30.844	22.152	72%	6,1%	Floerger	9044	0,10%	164	5,33	99,4%	29%	1,15	bom	130
19	7,4	30.856	16.840	55%	6,5%	Stockhausen	644	0,10%	159	5,17	99,3%	30%	1,13	bom	125
20	7,4	27.444	12.564	46%	7,3%	Stockhausen	644	0,10%	148	5,41	99,3%	29%	1,14	bom	120
21	7,4	29.560	17.960	61%	6,8%	Stockhausen	644	0,10%	138	4,67	99,5%	30%	1,17	bom	120
22	7,5	32.124	20.740	65%	-	Stockhausen	644	0,10%	161	5,00	99,8%	31%	1,05	regular	105

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As principais observações estão feitas a seguir:

- Verificou-se que a utilização prévia de cloreto férrico para condicionamento do lodo melhorou o desprendimento da torta da tela no momento da abertura das placas e também aumentou um pouco o teor de sólidos da torta, em 1% com polímero em pó e em 2% para polímero em emulsão. Já com a utilização isolada de polímero, sempre era necessário uma ajuda com uma espátula para o desprendimento da torta. Esta dificuldade da torta de lodo se soltar das telas do filtro prensa pode inviabilizar o condicionamento do lodo feito somente com polímero, particularmente com o lodo produzido atualmente nos digestores da ETE Barueri. Conforme relatos feitos por fornecedores de filtro prensa no exterior, pode-se diminuir ou mesmo eliminar o cloreto férrico melhorando-se as condições de digestão do lodo e conseqüentemente provocando uma diminuição na fração de sólidos voláteis do lodo. As dosagens de cloreto férrico para o condicionamento do lodo com as atuais características foram fixadas em torno de 6%, sendo necessário novas tentativas para se diminuir estas dosagens;
- Ainda com relação à utilização do cloreto férrico, uma outra consideração que deve ser feita é o fato de que cada torta gerada no filtro prensa piloto possuiu um peso muito menor quando comparada com aquela gerada num filtro prensa com placa de 2 x 2 m. Este peso menor pode dificultar o bom desprendimento da tela. Sendo assim, pode-se ter numa escala maior uma menor necessidade de cloreto férrico e conseqüentemente custos mais baixos, que somente será constatada em testes em escala real;
- Desconsiderando o valor do ensaio 15, que apresentou um valor muito abaixo dos outros (82,6%) e portanto não se caracteriza como representativo, a captura de sólidos obteve um valor médio de 98,6%;
- O tempo de filtração médio de todos os ensaios foi de 123 minutos. O tempo de filtração médio nos filtros prensa da ETE Barueri, que trabalham com condicionamento inorgânico, varia entre 180 a 270 minutos. Os tempos mais baixos são obtidos após a lavagem ácida das telas, procedimento necessário devido à ação de obstrução causada pela cal, que ocorre progressivamente a cada ciclo de operação. Esta lavagem ácida é desnecessária quando utilizado o condicionamento orgânico. A lavagem ácida das telas nos filtro prensas da ETE Barueri com condicionamento do lodo com cal e cloreto férrico está programada a cada 6 meses, ou seja, a cada 1000 ciclos aproximadamente. Já a lavagem das telas somente com água é feita a cada 40 ciclos. A recomendação para lavagem das telas com condicionamento do lodo com polímeros é a cada 100 ciclos. Ou seja, isto também representa um ganho na capacidade de desidratação de lodo devido à existência de número menor de tempos fora de serviço.
- Verificou-se ao final do ciclo de vários ensaios que os flocos do lodo começavam a crescer, mostrando uma insuficiência de energia de mistura da válvula. Também nos momentos finais do ciclo o medidor de vazão de polímero começava a perder a sensibilidade, ocorrendo oscilações que prejudicava o condicionamento.
- Os valores obtidos de taxa de filtração não foram calculados de maneira correta. Para o cálculo correto da taxa de filtração seria necessário o valor da vazão de filtrado.

Este valor não estava disponível pois não havia medidor de vazão do filtrado, somente os valores de vazão de solução de aplicação de polímero e de lodo estavam disponíveis. Desta forma calculou-se valores de taxas de filtração modificadas que eram a soma das vazões de lodo e solução de polímero dividida pela somatória das áreas das placas. No entanto estes valores modificados da taxa de filtração, ou ainda taxa de aplicação de vazão, merecem uma certa atenção. Por exemplo, os valores médios destas taxas de filtração modificadas no início do ciclo e no final foram de 141 e 20 L/m² h. Na ETE Barueri a vazão máxima da bomba de alimentação do filtro prensa é de 90 m³/h e a área de filtração total é de 1050 m² (150 câmaras, superfície de filtração por placa igual a 7m²). Portanto o valor desta taxa de filtração modificada possui um valor máximo de 86 L/m² h para o condicionamento inorgânico. Ou seja, comparando com a taxa de filtração modificada máxima de 141 L/m² h do condicionamento orgânico verifica-se que a filtração com polímero trabalha em faixas muito mais altas, em torno de 60% superiores. Este valor mais alto de taxa de aplicação de vazão para o condicionamento orgânico implica em bombas de alimentação com vazões superiores às utilizadas em sistemas com condicionamento inorgânico. Este fato também implica em tempos de filtração mais curtos para o condicionamento orgânico. Portanto numa conversão de um sistema de desidratação de filtro prensa com condicionamento inorgânico para orgânico, as bombas de alimentação devem ser trocadas ou adaptadas para trabalhar em vazões mais altas;

- Verificou-se a ausência de desprendimento de amônia durante a operação de condicionamento e desidratação de lodo com polímeros, ao contrário do que ocorre quando se trabalha com cal. Além disso eliminou-se a atividade de extinção da cal, que representa uma condição operacional muito adversa à saúde dos operadores. Ou seja, há melhores condições operacionais em termos de saúde ocupacional.
- Para a estimativa de custos de produtos químicos e de produção de lodo, montou-se a tabela 4.1 com os dados específicos de dosagens, teor de sólidos e densidade da torta, conforme a forma física do polímero, ou seja em pó ou emulsão.

Tabela 4.1 – Dosagens e características da torta conforme o tipo de condicionamento.

Tipo de Condicionamento	Dosagem de Polímero (kg/ton de lodo)	Dosagem de Fe Cl₃ (%)	Teor de sólidos da torta (%)	Densidade da Torta (Kg/L)
Polímero em pó + Fe Cl ₃	4,83	6,3	31	1,13
Polímero em pó	5,38	----	30	1,08
Polímero em emulsão + Fe Cl ₃	6,79	6,1	31	1,10
Polímero em emulsão	6,10	----	29	1,06

Os custos do polímero em pó estão na ordem de R\$ 6,60/Kg e do polímero em emulsão em R\$ 3,40/Kg de produto (em sua forma natural de emulsão). Por outro lado, os custos dos produtos químicos de condicionamento inorgânico são de R\$ 0,11/Kg de cal (89% de pureza) e R\$ 0,12/Kg de solução de cloreto férrico (solução a 40%).

Através destes custos dos produtos químicos montou-se a tabela 4.2 de forma a se obter o custo do condicionamento por tonelada de lodo seco.

Tabela 4.2 – Custos de produtos químicos por tipo de condicionamento.

Tipo de Condicionamento	Custo por tonelada seca de lodo (R\$/ton de lodo seco)
Cal + Fe Cl ₃	60,90
Polímero em pó + Fe Cl ₃	50,78
Polímero em pó	35,51
Polímero em emulsão + Fe Cl ₃	102,28
Polímero em emulsão	79,76

A utilização do polímero em emulsão mostrou ser economicamente inviável por superar o custo do condicionamento inorgânico, mesmo quando utilizado isoladamente sem cloreto férrico.

Já a utilização do polímero em pó mostrou vantagens econômicas com relação aos custos de produtos químicos, mesmo quando utilizado o cloreto férrico como auxiliar do condicionamento com polímero. A economia do custo do condicionamento com polímero em pó e cloreto férrico em relação ao condicionamento com cal e cloreto férrico foi de 17%. Já a economia do custo do condicionamento somente com polímero em pó em relação ao condicionamento com cal e cloreto férrico foi de 42%.

- Além dos benefícios econômicos vindos da redução do consumo de produtos químicos, o condicionamento orgânico traz outros ganhos para as novas instalações de filtro prensa. A adoção do sistema de dosagem em linha de polímero para condicionamento de lodo digerido elimina a necessidade dos tanques de mistura e do silo de cal.
- Outra questão importante é com relação a produção de lodo, tanto em termos volumétricos como em massa. Os cálculos foram feitos conforme os valores da tabela 4.1 e considerando a densidade da torta de lodo condicionado com cal e cloreto férrico igual a 1,20 kg/L.

Tabela 4.3 – Produção de lodo por condicionamento com polímero em pó.

Tipo de Condicionamento	Produção em massa por tonelada seca de lodo original (kg)	Produção volumétrica por tonelada seca de lodo original (L)
Cal + Fe Cl ₃	3452,25	2876,88
Polímero em pó + Fe Cl ₃	3444,61	3048,33
Polímero em pó	3351,27	3103,03

Com estes dados verifica-se que a produção de torta em massa variou muito pouco. As produções de lodo em massa sofreram reduções de 0,22% e 2,93% respectivamente para condicionamento com polímero em pó e cloreto férrico e condicionamento somente com polímero em pó. Já a produção de torta em volume sofreram acréscimos de 5,96% e 7,86% respectivamente para condicionamento com polímero em pó e cloreto férrico e condicionamento somente com polímero em pó.

No entanto, para a Região Metropolitana de São Paulo – RMSP existem recomendações para a adoção da secagem térmica na fase posterior de desidratação do lodo. Este equipamento de secagem térmica permite que o lodo resulte em 90% de teor de sólidos e conseqüentemente reduzindo o volume transportado de lodo. Como outros benefícios pode-se citar a eliminação dos patógenos presentes no lodo e a redução dos odores liberados. Para a ETE São Miguel da RMSP já está prevista a construção de um secador térmico e conforme dito anteriormente a adoção do condicionamento de lodo com polímeros nos filtro prensas.

Levando em conta este fato, cabe ainda fazer novas considerações em termos de produção de lodo, ou ainda, de biosólidos.

De novo levando em conta os resultados da tabela 4.1 e da torta resultante da desidratação com cal e cloreto férrico da ETE Barueri montou-se a tabela 4.4.

Tabela 4.4 –Produção de biosólidos por condicionamento com polímero em pó após secagem térmica.

Tipo de Condicionamento	Produção de biosólidos em massa por tonelada seca de lodo original (kg)
Cal + Fe Cl ₃	1534,33 kg
Polímero em pó + Fe Cl ₃	1186,48 kg
Polímero em pó	1117,09 kg

Através dos resultados obtidos verificou-se uma redução em termos de produção em massa de biosólidos na utilização do polímero em relação ao condicionamento com cal e cloreto férrico. Estas reduções na utilização do polímero em pó mais cloreto férrico e polímero em pó isoladamente foram de 23% e 27% respectivamente. Trata-se portanto de mais um impacto econômico na adoção desta tecnologia.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- O condicionamento orgânico proporcionou taxas iniciais de filtração maiores em relação ao condicionamento inorgânico no filtro prensa. Esta taxa inicial de filtração maior implicou em tempos de filtração mais curtos e conseqüentemente tempos de ciclo menores, otimizando assim a utilização do equipamento. No filtro prensa piloto o tempo de filtração médio dos ensaios obtidos foi de 123 minutos. Ou seja, a utilização de polímeros permite um aumento na capacidade de instalações de filtro prensa com condicionamento inorgânico por apresentar tempos de ciclo mais curtos.
- Uma das formas de se fazer o controle da dosagem no condicionamento é através da verificação do tamanho e distribuição do tamanho dos flocos de lodo condicionado. Nos ensaios realizados no filtro prensa piloto com lodo digerido de ETE, trabalhou-se com flocos de lodo condicionado predominantemente com tamanho de um grão de arroz, obtendo-se resultados satisfatórios.
- No ensaio do filtro prensa piloto verificou-se que a captura de sólidos com condicionamento de lodo com polímeros obteve um valor médio de 98,6%;

- A utilização de polímero em emulsão para o condicionamento do lodo digerido obteve um custo alto, não se mostrando como uma opção atual de adoção.
- A utilização de polímero em pó para o condicionamento do lodo digerido apresentou vantagens econômicas nos custos de produtos químicos consumidos. A redução dos custos químicos para condicionamento de lodo digerido em relação ao método tradicional com cloreto férrico e cal foi de 17% para o condicionamento com o polímero em pó e cloreto férrico e de 42% para o condicionamento somente com o polímero em pó, embora este último caso não se tenha observado um bom desprendimento da torta das telas, para o lodo utilizado.
- Nos ensaios do filtro prensa piloto com membrana, o condicionamento com polímero em pó mais cloreto férrico apresentou dosagens respectivamente de 4,83 kg/ton e 6,3% e resultou numa torta com teor de sólidos de 31% e densidade de 1,13 kg/L. Já o condicionamento feito somente com polímero em pó apresentou uma dosagem de 5,38 kg/ton e resultou numa torta com teor de sólidos de 30% e densidade de 1,08 kg/L.
- Em termos de produção de torta gerada, tanto em volume como em massa, verificou-se que não há impactos significativos destes valores quando se trabalha com polímeros. O condicionamento do lodo feito com polímeros em pó, em relação ao condicionamento com cloreto férrico e cal, reduziu a produção em massa de 0,22% para condicionamento com polímero em pó e cloreto férrico e de 2,93% para condicionamento somente com polímero em pó.
- Levando em conta a adoção da secagem térmica após a desidratação, a utilização dos polímeros para condicionamento traz benefícios em termos de produção de biosólidos em relação ao condicionamento com cloreto férrico e cal. As reduções na produção de biosólidos após a secagem térmica com a utilização do polímero em pó mais cloreto férrico e polímero em pó isoladamente foram respectivamente de 23% e 27%;
- A utilização de cloreto férrico antes da aplicação da solução de polímero no condicionamento do lodo trouxe benefícios em termos da melhor soltura da torta da tela e em teores de sólidos da torta um pouco mais elevados. A melhor soltura da torta implica em menores tempos de descarga, diminuindo o tempo de ciclo. Este efeito é extremamente significativo em filtro prensa com um grande número de câmaras.
- Recomenda-se realizar novos ensaios no filtro prensa piloto de modo a otimizar as dosagens utilizadas de cloreto férrico e verificar até que limite estes benefícios ainda são significativos.
- Recomenda-se realizar novos ensaios no filtro prensa piloto com lodo digerido anaerobiamente na faixa de mesofílica de temperatura (entre 32 a 35 °C) e verificar a influência da digestão do lodo no condicionamento com polímeros, na necessidade de utilização de cloreto férrico e no desprendimento da torta da tela.
- Recomenda-se realizar novos ensaios no filtro prensa piloto sem a utilização da membrana diafragma para verificar os ganhos que se têm com esta tecnologia em termos de teor de sólidos da torta e soltura da torta da tela.
- Recomenda-se realizar novos ensaios no filtro prensa piloto com equipamentos automatizados de dosagem, mistura de solução de polímero em concentrações de aplicação mais altas (de 0,5% a 1%) e controle óptico do tamanho dos flocos formados, de modo a verificar os ganhos em termos de custos de produtos químicos

consumidos, bem como do desempenho do filtro prensa em termos de teor de sólidos da torta, captura de sólidos e tempo de ciclo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CAMPBELL, H.W.; PLAISIER, M.; CERS, V. Full-scale demonstration of polymer optimization technology. In: WEFTEC'96 – Water Environment Federation 69th Annual Conference & Exposition, Dallas, 1996. Proceedings. p. 187-98.
2. COLE, A.I.; SINGER, P.C. Conditioning of anaerobically digested sludge. **Journal of Environmental Engineering**, v.111, n.4, p.501-10, Aug.1985.
3. LANGER, S.J.; KLUTE, R. Rapid mixing in sludge conditioning with polymers. **Water Science & Technology**, v.28, n.1, p.233-41, 1993.
4. LYNCH, D.P.; NOVAK, J.T. Mixing intensity and polymer dosing in filter press dewatering. **Research Journal Water Pollution Control Federation**, v.63, n.2, p.160 - 5, Mar./Apr. 1991.
5. MAYER, L. Innovative filter press technology. *Filtration and Separation*, p. 19-23, jan.1996.
6. SLIGAR, M.J. Chemical selection and operational considerations for filter press dewatering. **Journal Water Pollution Control Federation**, v.56, n.4, p.314-8, Apr. 1984.
7. WHITE, M.J.D.; BASKERVILLE, R.C. Full-Scale trials of polyelectrolites for conditioning of sewage sludges for filter pressing. **The Journal of the Institute of Water Pollution Control**, v.73, n.5, p.486-504, 1974.