

II-093 - APLICAÇÃO DE CLASSES DE TANINOS EM CONJUNTO COM ALCALINIZANTES NO TRATAMENTO DE EFLUENTES DE LAVANDERIAS INDUSTRIAIS.

Raphael Gomes Cardoso⁽¹⁾

Graduando em Química Industrial modalidade Bacharelado pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Técnico em Química pela Escola Projeção Central de Ensino do Triângulo (Uberlândia).

José Pedro Thompson Junior

Mestrando do Programa de Pós Graduação em Química/ UFU.

Talita Ferreira de Rezende Costa

Mestranda do Programa de Pós Graduação em Química/ UFU.

Sheila Cristina Canobre

Professora Doutora do Instituto de Química/ UFU.

Fábio Augusto do Amaral

Professor Doutor do Instituto de Química/UFU.

Endereço⁽¹⁾: Rua Piauí, 2936 – Custódio Pereira - Uberlândia - MG - CEP: 38405-244 - Brasil - Tel: (34) 9912-4745
- e-mail: raphaelgomescardoso@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo principal o desenvolvimento de uma metodologia experimental que utilizasse classes de taninos em conjunto com alcalinizantes para o tratamento de efluentes de lavanderias industriais. A metodologia experimental de tratamento do efluente provindo de lavanderia industrial, consistiu primeiramente em ajustar o pH inicial do efluente para uma faixa de ótima atuação do coagulante (classes de taninos), do qual a classe Tanfloc SL teve os melhores resultados. Após a adição de taninos se fez necessária a aplicação dos alcalinizantes para que estes atuassem como auxiliares de coagulação, para que se aumentasse a eficácia do processo de coagulação e conseqüentemente do tratamento final. Obteve-se resultados otimizados quando utilizados NaAlO_2 e Ca(OH)_2 como alcalinizantes, assim fornecendo índices de turbidez da ordem de 30 NTU e volumes de lodos de aproximadamente 400 mL. A adição de alcalinizantes proporcionou melhores condições de coagulação, possivelmente pela compressão da dupla camada elétrica, podendo assim reduzir a repulsão entre os coágulos assim auxiliando a coagulação. Posteriormente, investigou-se a adição de polieletrólitos que atuassem como agentes floculantes para a junção final dos coágulos. Nesse trabalho além dos dados do tratamento convencional por sedimentação, há também uma comparação de resultados de tratamento por flotação por ar dissolvido. Ao se comparar tais métodos temos que os resultados obtidos por flotação são de certa forma igualáveis aos da sedimentação quanto ao percentual final de remoção de turbidez, com a vantagem de o lodo final deste ocupar um espaço bastante menor. Assim sendo o mais adequado a plantas industriais com espaço físico reduzido, o que impossibilita a utilização de tanques de decantação sendo esse um dos grandes problemas enfrentados por grande parte das lavanderias industriais espalhadas pelo Brasil

PALAVRAS-CHAVE: coagulantes de Taninos, Alcalinizantes, Lavanderias Industriais.



INTRODUÇÃO

A partir do século XXI a humanidade começou a dar mais importância a relação homem-natureza e ainda mais como a segunda parte dessa relação vem sofrendo os abusos da primeira. O homem começou a observar que os pequenos atos por ele cometido contra a mãe natureza, os amplificando em escala global são preocupantes.

Todos os problemas dos quais estamos cansados de saber pelos meios de comunicação são reflexos desse abuso e da falta de soluções viáveis para que se possa reverter esse quadro alarmante. Sendo assim um desses problemas é a escassez da água, que é primordial à vida e faz parte de muitas atividades humanas. A água é um recurso natural continuamente contaminada, desde o desenvolvimento agrícola e industrial até a produção de vários bens de consumo atuais¹.

Sendo tão importante a vida humana em diversas atividades e sabendo ainda mais que a água potável é um recurso finito, devemos ter em mente que as possibilidades de reuso desse recurso devem ser tratadas com extrema importância. Assim as possibilidades de tratamento encontradas devem ser amplamente estudadas e otimizadas para a máxima eficiência de reaproveitamento desse recurso tão importante.

Uma das atividades mais corriqueiras do cotidiano e que despende de um gasto monstruoso de água é a lavagem de roupas.

Segundo relata Menezes, estima-se que 10% de toda a água consumida no meio urbano, sejam destinadas às operações de lavagens de roupas². Sendo então esta uma atividade de grande utilidade tanto doméstica quanto comercial, se faz importante um estudo sobre a tratabilidade desse tipo de efluente. Ainda conforme Menezes², informações do Sindicato das Lavanderias do Estado de São Paulo, estima a existência de aproximadamente 6000 lavanderias em todo Brasil, sendo este dividido em lavanderias de confecções, hospitalares, hotéis (motéis e restaurantes num mesmo grupo), roupas profissionais, panos industriais e de equipamentos de proteção individual. A grande dificuldade encontrada por este setor atualmente, encontra-se na disposição de espaço físico para um tratamento rápido e eficaz, visto que a maioria destas lavanderias industriais encontra-se em centros urbanos.

Portanto, o trabalho em questão se baseia no desenvolvimento de uma metodologia para a tratabilidade de um efluente provindo de uma lavanderia industrial, Alasco Toalheiros do Brasil, unidade Arujá SP, utilizando como reagentes do tratamento físico-químico convencional classes de taninos como coagulante principal, conjuntamente com auxiliares de coagulação como Hidróxido de Cálcio [$\text{Ca}(\text{OH})_2$], Aluminato de Sódio [NaAlO_2] e o Hidróxido de Sódio [NaOH].

Para efeito de comparação de metodologia também se investigou tanto o tratamento convencional por sedimentação do lodo formado, quanto o de lodo agregado por flotação por ar dissolvido.

O desenvolvimento desse trabalho contou com apoio do Laboratório de Saneamento da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia (FECIV/UFU) com particular agradecimento ao Professor Dr. Marcio Ricardo Salla e à empresa parceira Alasco Toalheiros do Brasil (fornecedora do efluente de sua planta instalada em Arujá, SP).

OBJETIVOS

Este trabalho teve como foco de estudo a aplicação de classe de tanino em conjunto com alcalinizantes no tratamento de efluentes de lavanderias industriais, para posterior reutilização em demais áreas da indústria ou para possível descarte obedecendo todas as normas ambientais³. Sendo assim foi desenvolvida e aprimorada uma metodologia de tratamento, que aliasse a classe de tanino com os alcalinizantes, além da comparação entre sedimentação e flotação por ar dissolvido.

METODOLOGIA

O desenvolvimento do trabalho foi baseado em uma estação de tratamento de efluentes e suas etapas. Para isso utilizou-se um equipamento denominado “jar test” (Nova Ética, modelo 218) contendo 6 jarros de 2 litros cada e um sistema de agitação que simula em escala laboratorial o que ocorre numa estação de tratamento real.



Figura 1: a) Foto Ilustrativa de “jar test” durante a etapa de acidificação, b) após acidificação.

As principais etapas otimizadas no tratamento do efluente da lavanderia industrial foi geração de cargas; adequação das faixas de pH; coagulação/floculação e sedimentação/flotação. O tratamento se iniciou com a adição de H_2SO_4 10% (v/v) até pH próximo a 2,0 para quebra de óleos e graxas que pudessem estar contidos no efluente.

Em seguida fez-se adequação do pH com NaOH 10% (m/v) para que se pudesse atingir o melhor ponto de atuação de coagulantes/floculantes no tratamento. Como a melhor faixa de atuação da classe de taninos escolhida está entre 4,5 e 8,0 foi determinado que nesta etapa pH fosse ajustado em 5,0.

A próxima etapa, que é de total importância é a da coagulação, na qual foram adicionadas diversas classes de taninos (TANFLOC SG, TANFLOC SL e TANFLOC SS), compostos fenólicos, de peso molecular suficientemente elevado, contendo um número suficiente de grupos hidroxila ou outros grupos adequados, de forma a possibilitar a formação de complexos estáveis com proteínas e outras macro-moléculas⁴, para que haja a redução de forças eletrostáticas de repulsão que mantém as partículas separadas em suspensão, criando condições para que houvesse a união das mesmas formando coágulos.

A etapa posterior foi a adição dos alcalinizantes $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaOH ou NaAlO_2 , todos em solução 10%, sendo os auxiliares de coagulação do trabalho. Segundo ZABEL⁵ com a adição alcalinizantes (adição de cargas, geralmente +2,+3) ocorre uma desestabilização na camada difusa de maneira que a mesma, para restabelecer seu equilíbrio, reduz sua espessura, eliminando a estabilização eletrostática. Por fim, as camadas difusas (composta por íons em dupla camada que englobam a partícula) se juntam, ocorrendo a coagulação da partícula possibilitando assim uma maior eficiência na coagulação.

Estes foram adicionados até pH próximo a 7,0 para que ao final do tratamento, se tivesse um pH muito próximo da faixa de neutralidade, podendo assim ser descartado e no futuro até reaproveitado sem qualquer etapa adicional de ajuste de pH final.

A floculação sendo a etapa final do tratamento químico do efluente é responsável por unir os coágulos formados na coagulação, assim formando flocos de tamanhos relativamente grandes que facilitassem sua remoção, por flotação ou sedimentação. Nessa etapa foram utilizados polieletrólitos (polímeros originários de proteínas e polissacarídeos de natureza sintética, de massas moleculares geralmente muito elevadas) aniônicos, catiônicos e não iônicos. Os de maior massa molecular são adequados para a floculação, pois estabelecem ligações entre partículas pequenas dispersas na água, facilitando sua aglutinação. Dependendo do tipo de grupo ionizável na unidade manométrica, um polieletrólito pode ser considerado catiônico, aniônico ou anfólio⁶. No

presente trabalho foi utilizado um polieletrólito com caráter aniônico, já que em testes preliminares os melhores resultados quanto à redução do índice de turbidez e volume de lodo formado foram obtidos com sua utilização, sugerindo excesso de cargas positivas no efluente.

É importante ressaltar que os ensaios apresentados são a continuação de um longo trabalho envolvendo apenas a aplicação de classes de taninos como coagulantes agindo separadamente no tratamento. Devido à ineficiência do mesmo, fez-se necessário a utilização de auxiliares de coagulação para que se alcançassem resultados superiores aos conseguidos sem adição de alcalinizantes. Sem a utilização destes alcalinizantes os resultados obtidos eram de faixas de turbidez que iam de 600-300 NTU e volumes de lodo entre 500-350 mL, ou seja, ainda muito longe do desejado.

Para comparação, os ensaios de controle foram realizados tanto por sedimentação como por Flotação por ar dissolvido (FAD). A Flotação por ar dissolvido é um processo de separação de partículas via adesão de bolhas. A unidade partícula-bolha apresenta uma densidade menor que o meio aquoso e flutua até a superfície da célula de flotação, de onde as partículas são removidas.

O processo de flotação tem a vantagem de necessidade de uma área reduzida, porém seu processo mecanizado requer um maior custo operacional. Sua aplicação principal é dada para efluentes com altos teores de óleos e graxas e/ou detergentes, tais como os oriundos de lavanderias industriais, indústrias petroquímicas, de pescado e frigoríficas. O processo de flotação não é eficiente em efluentes que possuam óleo emulsionado, explicando, portanto, uma das principais importâncias das fases químicas do tratamento de efluente. No geral, os flotadores se dividem em três grupos: os flotadores a ar dissolvido (FAD), flotadores a ar injetado e flotadores a ar induzido⁷.

O processo de FAD caracteriza-se, essencialmente, pela geração de micro-bolhas, obtidas pela depressurização de uma mistura saturada de ar em água, sob pressão de 4-5 atm. A saturação é feita em um vaso pressurizado, o saturador contém em seu interior um empacotamento de anéis de Raschig, que promove um aumento na superfície de contato entre o ar e água, favorecendo a saturação.

Na Figura 2 são mostrados o pressurizador de ar e um dos jarros adaptados para os testes de flotação por ar dissolvido, construídos pelo grupo de pesquisa.



a)



b)

Figura 2: a) Foto do pressurizador de ar dissolvido; b) Jarro de equipamento “Jar Test” adaptado ao flotador por ar dissolvido.

Teoricamente se é esperado resultados com capacidade de tratamento semelhante e até melhores com flotação por ar dissolvido comparados com a sedimentação. Sendo que um dos diferenciais dessa técnica é que por flotação se espera um volume de lodo mais compacto, assim ocupando menos espaço físico do jarro e uma rápida deposição do mesmo o que não ocorre no processo de sedimentação.

Ao se avaliar o lodo gerado por sedimentação, temos que este sempre requer um espaço maior no jarro devido a pouca compactabilidade do floco formado. Já pelo processo de flotação por ar dissolvido temos que os flocos mesmo sendo expansivos após as etapas de coagulação/floculação se tornam mais compactos ao final da deposição, assim ocupando bem menos espaço do jarro.

No processo por Flotação por ar dissolvido investigou-se a quantidade de água saturada com micro-bolhas que deveria ser adicionada ao tratamento para obtenção de maior eficiência quanto a remoção de índice de turbidez. Os valores escolhidos foram de 17,5%; 35% e 70% de água saturada quando comparado ao volume de efluente. Ao saturador foi adicionado o surfactante dodecil sulfato de sódio [$C_{12}H_{25}SO_4Na$] surfactante aniônico, utilizado para que a micro-bolha gerada tivesse uma estabilidade maior ao ser adicionada ao jarro. A concentração de surfactante usada no saturador foi de 20 ppm, que representou de 1 a 4 ppm ao ser inserido no efluente tratado.

Portanto o foco principal do trabalho estava na adequação das etapas de coagulação (com utilização de classes de taninos); com variação da natureza de alcalinizantes e de floculação e seus respectivos resultados quanto aplicados ao método da sedimentação e os de flotação por ar dissolvido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efluente provindo de lavanderia industrial utilizado no trabalho apresentava inicialmente índices de turbidez elevados de aproximadamente 1638 NTU e coloração roxa escura. O pH inicial de tal efluente estava aproximadamente em 2,0, pois este já havia passado pela etapa de retirada de óleos e graxas.

Segundo resultados prévios, a classe de tanino escolhida foi a TANFLOC SL, na qual esta forneceu resultados de remoção de índice de turbidez superiores quando comparados a aplicação de taninos de classes SG e SS. Esta classe em específico obteve os melhores resultados, fornecendo menores índices de turbidez e volumes de lodo gerado, também sendo perceptível uma maior quantidade de flocos formados na etapa de coagulação no efluente provindo da lavanderia industrial.

O primeiro teste realizado foi utilizando o $NaAlO_2$ 10% (Aluminato de Sódio) como alcalizante na etapa posterior a adição do Tanino TANFLOC SL no qual os resultados otimizados estão na Tabela 1.

Tabela 1: Dados de testes utilizando $NaAlO_2$ 10% como alcalinizante.

Tipo Tratamento	[Tanino SL] 10% (ppm)	[$NaAlO_2$] (ppm)	[Polieletrólito] (ppm)	Índice Turbidez (NTU)	V_{lodo} (mL)
Sedimentação	750	1300	0,8	27,0	550
Sedimentação	750	1150	0,8	28,8	400
Flotação 17,5%	750	1000	0,8	30	200
Flotação 35%	750	980	0,8	56	200
Flotação 70%	750	980	0,8	15	300

Neste ensaio verificaram-se a grande redução de índice de turbidez para ambas as condições tratamento tanto por sedimentação quanto para a flotação. Mas o tratamento por flotação por ar dissolvido forneceu um volume de lodo de cerca de duas vezes menor.

Nas Figuras 4 a) e b) são apresentados os volumes de lodo e índices de turbidez obtidos pelo respectivo tipo de tratamento utilizado, com Aluminato de Sódio como alcalinizante.

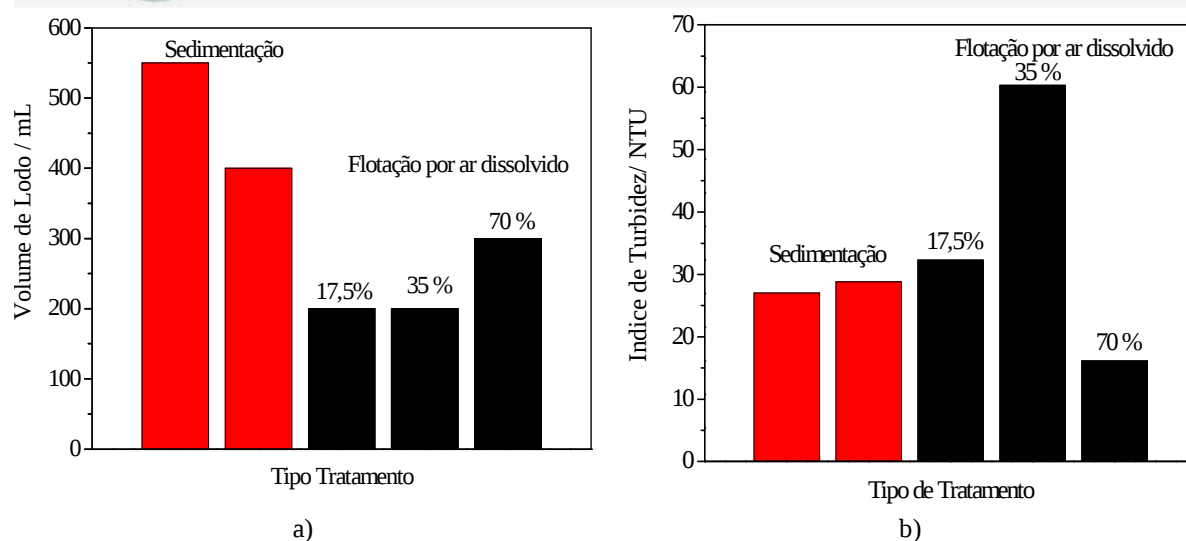


Figura 4: a) Volume de lodo e b) Índice de turbidez obtidos em função do tipo de tratamento final utilizado usando NaAlO_2 como alcalinizante.

Os menores índices de turbidez do tratamento utilizando 70% de água saturada, podem ser explicados devido a maior “distribuição” de possíveis colóides que restaram ao efluente após o tratamento, pela maior adição de água saturada.

O próximo auxiliar de coagulação utilizado foi NaOH 10% como alcalizante na etapa posterior à adição do Tanino TANFLOC SL, sendo os resultados otimizados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Dados de testes utilizando NaOH 10% como alcalinizante.

Tipo Tratamento	[Tanino SL] 10% (ppm)	[NaOH] (ppm)	[Polieletrólito] (ppm)	Índice Turbidez (NTU)	V_{lodo} (mL)
Sedimentação	750	850	0,8	18,3	300
Sedimentação	750	750	0,8	19,8	300
Flotação 17,5%	750	300	0,8	60	150
Flotação 35%	750	300	0,8	50	125
Flotação 70%	750	300	0,8	120	100

Nestes testes o percentual de redução de índices de turbidez para sedimentação quanto para flotação por ar dissolvido utilizando NaOH como alcalinizante e praticamente igual, sendo que novamente como nos testes realizados com NaAlO_2 a partir da flotação por ar dissolvido se tem uma redução considerável no volume de lodo, cerca de 50% menos.

Comparando estes resultados com os de aplicação de NaAlO_2 temos que o volume utilizado de NaAlO_2 foi bem maior que o volume gasto de NaOH , devido a sua menor basicidade, assim requerendo uma quantidade maior para que se alcance o pH final em torno de 7,0.

Na Figura 5 a) e b) são apresentados o comportamento do volume de lodo obtido e dos índices de turbidez conseguido, pelo respectivo tipo de tratamento utilizado, com Hidróxido de Sódio como alcalinizante.

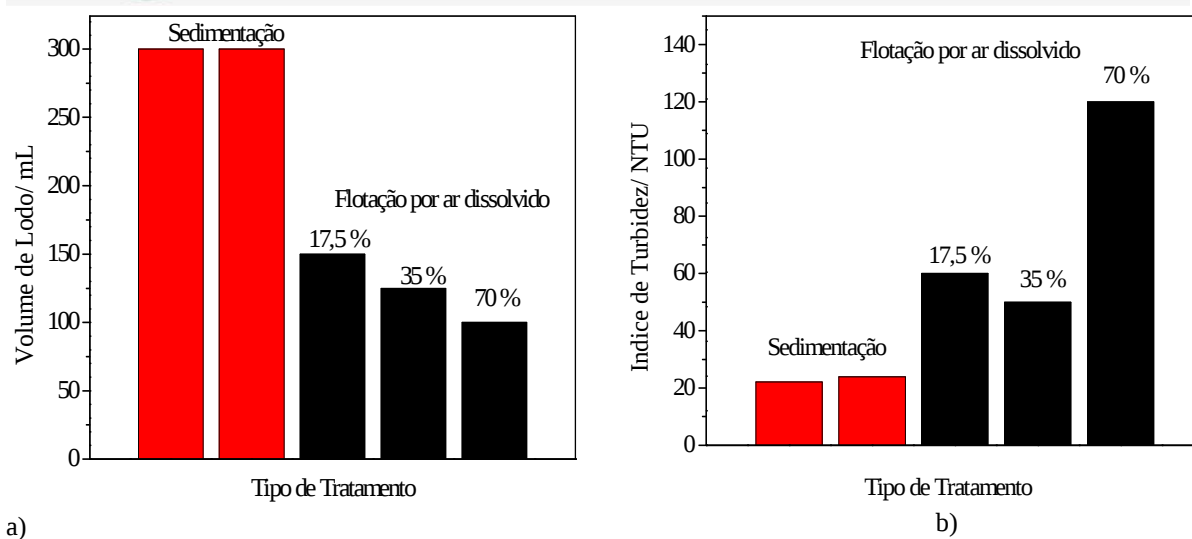


Figura 5 :a) Volume de lodo e b) Índice de turbidez obtidos em função do tipo de tratamento final utilizado usando NaOH como alcalinizante.

Pode-se notar que o volume de lodo formado quando injetados 70% de água saturada ao jarro obteve-se utilizando NaOH como alcalinizante um volume menor de lodo. Provavelmente isso se dá pela maior quantidade de micro-bolhas de ar dissolvido presentes no efluente, assim podendo ter uma maior compactabilidade do flocos e consequentemente um menor volume de lodo.

O próximo ensaio realizado foi utilizando $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 10% como alcalizante na etapa posterior a adição do Tanino TANFLOC SL os resultados otimizados estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Dados de testes utilizando $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 10% como alcalinizante.

Tipo Tratamento	[Tanino] SL10% (ppm)	[$\text{Ca}(\text{OH})_2$] (ppm)	[Polieletrólito] (ppm)	Índice Turbidez (NTU)	V_{lodo} (mL)
Sedimentação	750	300	0,8	45	350
Flotação 17, 5%	750	300	0,8	22	125
Flotação 35%	750	300	0,8	42	100
Flotação 70%	750	300	0,8	28	200

Embora tenha se percebido elevada redução no índice de turbidez em ambos os tipos de tratamento, a utilização de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ deve ser usada com maior atenção porque tal composto ao ser adicionado ao efluente deixa um residual final de Ca^{2+} livre em solução, conferindo maior dureza total.

Devidos aos bons resultados obtidos com o tratamento feitos com o $\text{Ca}(\text{OH})_2$ testamos mais uma vez esse alcalinizante utilizando desta vez uma quantidade menor da classe do Tanino Tanfloc SL, como apresentados na Tabela 4:

Tabela 4: Resultados otimizados utilizando Ca(OH)_2 10% como alcalinizante.

Tipo Tratamento	[Tanino] SL10% (ppm)	[Ca(OH)_2] (ppm)	[Polieletrólito] (ppm)	Índice Turbidez (NTU)	V _{lodo} (mL)
Sedimentação	400	830	0,8	36,8	400
Sedimentação	400	840	0,8	34,6	400
Flotação 17,5%	400	300	0,8	120	150
Flotação 35%	400	300	0,8	90	100
Flotação 70%	400	300	0,8	32	125

Observa-se que mesmo com uma quantidade inferior de Tanino Tanfloc SL temos resultados com uma grande eficiência em percentual de remoção de turbidez e o com volumes de lodo gerados na casa de 4 vezes menores quando comparamos a flotação com a sedimentação simples.

Na Figura 6 a) e b) estão apresentados o comportamento do volume de lodo obtido e dos índices de turbidez conseguido, pelo respectivo tipo de tratamento utilizado, com os resultados otimizados a partir do Hidróxido de Cálcio como alcalinizante.

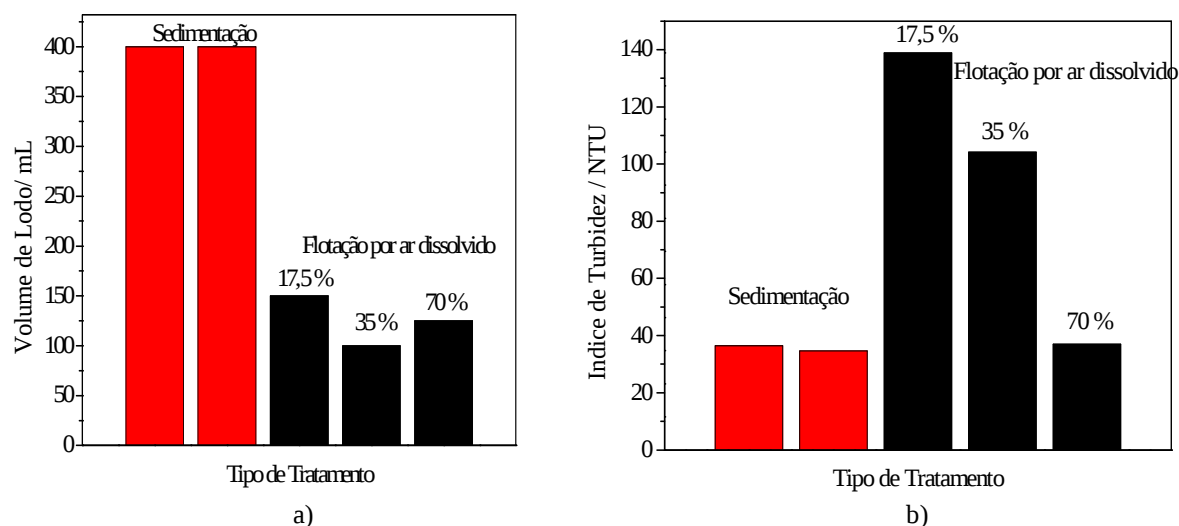


Figura 65: a) Volume de lodo e b) Índice de turbidez obtidos em função do tipo de tratamento final utilizado usando Ca(OH)_2 como alcalinizante.

Pode-se notar que ao se adicionar 17,5% de água saturada ao tratamento com aplicação de Ca(OH)_2 como alcalinizante, temos um índice de turbidez maior que os demais. Isso se dá provavelmente pela presença de flocos com densidade ligeiramente maiores que não flutam com essa quantidade de água saturada injetada.

É importante ressaltar alguns fatos interessantes apresentados aqui: Na grande maioria dos testes com o aumento da quantidade adicionada de água saturada com micro-bolhas, se tem uma diminuição gradual do índice de turbidez final. Isso se deve a maior solubilização das partículas na água residual do tratamento, assim diminuindo a concentração de tais partículas e consequentemente a turbidez.

Outro fator interessante a se ressaltar é que os valores de turbidez na maioria dos casos quando comparados sedimentação e flotação, os resultados de sedimentação são considerados “melhores” assim colocando em xeque a teoria em que a flotação seria mais eficiente que a simples sedimentação. Consideramos que ao tratar todos os dias um efluente novo, mesmo com características muito similares, estes efluentes são

diferentes um dos outros, cada um com sua particularidade (carga orgânica, carga inorgânica e corantes), assim não podendo haver uma maior reprodutibilidade dos dados devido a essas mudanças.

Portanto consideramos como resultado final de análise o percentual de remoção de turbidez sendo que este para ambos os casos estão muito parecidos, com resultados na grande maioria dos casos com resultados acima dos 90% de remoção final, sendo que o volume de lodo para a flotação é muito menor do que os de sedimentação, sendo este um dos motivos principais a escolha desse método, que foi desenvolvido para plantas com pouco espaço físico, incapazes de se trabalharem com grandes tanques de decantação além de sua maior velocidade na aglomeração dos flocos.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

O uso de classes de taninos consorciadas ao uso de alcalinizantes no tratamento de efluentes provindo de lavanderias industriais é recomendado e com um grau satisfatório de eficiência em termos de percentual final de remoção de índice de turbidez e volume de lodo gerado.

Todos os alcalinizantes apresentaram relativa eficiência quanto ao percentual final de remoção de turbidez, sendo os testes utilizando NaAlO_2 e Ca(OH)_2 os que forneceram os resultados mais otimizados a metodologia aplicada.

A aplicação de do alcalinizante Ca(OH)_2 se mostra bastante eficaz, mas que deve ser usado com bastante cuidado sempre realizando testes sobre a dureza total do efluente tratado antes do descarte e/ou reuso.

O uso de flotação por ar dissolvido é bastante recomendado para esse tipo de efluentes onde o espaço físico e o tempo de retenção de efluente forem consideravelmente pequenos, impossibilitando a implementação de tanques de decantação. A quantidade de água saturada injetada ao jarro mais recomendada é a de 35%, sendo esta uma quantidade apropriada para flotar flocos com densidades variadas com fornecimento de menores volumes de lodo e índices de turbidez.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 http://www.brasildasaguas.com.br/brasil_das_aguas/importancia_agua.html - (acesso em 19/01/2012).

2 MENEZES, J.C.S.S. "Tratamento e Reciclagem de um efluente de lavanderia industrial" Dissertação de Mestrado, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, UFRS, Porto Alegre, 2005p.

3 CETESB; Cia. de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Nova técnica sobre tecnologia de controle – Indústria Têxtil – NT -22. São Paulo, 1992, 31p.

4 JORGE, F. C.; BRITO, P.; PEPINO, L.; PORTUGAL, A.; GIL, H.; COSTA, R. P. Aplicações para as Cascas de Árvore e para os Extractos Taninosos: Uma Revisão. In: WOODTECH – Consultadoria e Intermediação Tecnológica para as Indústrias dos Produtos Florestais, 2001. Departamento de Engenharia Química. Universidade de Coimbra: Silva Lusitana - EFN, Lisboa, Portugal, 2001. vol. 9. n.2. p. 225 – 236.

5 ZABEL 1984, *apud* AISSE *et al.* Aplicabilidade da flotação por ar dissolvido no pós tratamento de efluentes de reatores anaeróbios 2001.

6 VANACÔR, R. N. Avaliação do Coagulante Orgânico Veta Organic utilizado em Estação de Tratamento de Água para Abastecimento Público. 2005. 188 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento) –Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

7 GANDHI GIORDANO, D. SC. Tratamento e controle de Efluentes Industriais, disponível em http://www.cepuerj.uerj.br/insc_online/itaguaui_2011/edital/superior/biologo/Apostila%20-%20Tratamento%20de%20efluentes%20industriais.pdf (acesso em 02.02.2012).