



ELETROFLOCULAÇÃO COM ELIMINAÇÃO DE RESÍDUOS DA ÁGUA

André da Silveira VASCONCELOS¹, Francisco José TAVARES², Jessé Balbino SABINO³,
Edilson Leite da SILVA⁴

Licenciando em Química no Centro de Formação de Professores da Universidade Federal de Campina Grande

E-mail: andreasconcelos@gmail.com

Licenciando em Química no Centro de Formação de Professores da Universidade Federal de Campina Grande

E-mail: franciscottavaress@gmail.com

Licenciando em Química no Centro de Formação de Professores da Universidade Federal de Campina Grande

E-mail: jessebalbinosabino@gmail.com

Professor Mestre do Centro de Formação de Professores da Universidade Federal de Campina Grande

E-mail: souedisonleite@gmail.com

Resumo: Nos últimos anos o desenvolvimento de atividades industriais tem provocado inúmeros impactos aos recursos naturais. A indústria gera elevada quantidade de efluente, devido à grande utilização de água em seu processo produtivo, que quando não corretamente tratado deteriora a qualidade da água do curso hídrico. Diante das formas tradicionais de tratamento dos efluentes, a eletrofloculação surge como uma técnica inovadora, mesmo sendo um método experimental utilizado ainda em pequena escala, a eletrofloculação tem o intuito de se tornar uma forma alternativa e tecnológica para o tratamento de poluentes em água. Esse método é caracterizado por instrumentação e operação simples usando materiais de fácil acesso, em um intervalo curto de tempo, apresentando uma boa eficiência na remoção de poluentes de águas. Tal processo constitui na passagem de corrente elétrica através de uma célula eletrolítica, originando dois processos distintos: eletrocoagulação e eletroflotação. O presente artigo tem como objetivo apresentar uma revisão bibliográfica acerca da utilização da técnica de eletrofloculação para o tratamento de efluentes. Atualmente não se encontram na literatura muitos estudos relacionados à aplicação da técnica de eletrofloculação para o tratamento de efluentes industriais. O pequeno número de estações de tratamento por eletrofloculação no Brasil torna-se um obstáculo para sua disseminação em grande escala. Entretanto, os resultados positivos alcançados em estudos prévios demonstram que a aplicabilidade da técnica de eletrofloculação será ampliada para o tratamento em grande escala de efluentes provenientes de atividades industriais potencialmente poluidoras.

Palavras chaves: eletrofloculação, tratamento, efluentes.

Abstract: In recent years the development of industrial activities has caused innumerable impacts to natural resources. The industry generates high amount of effluent, due to the great use of water in its productive process, which when not correctly treated deteriorates the water quality of the water course. In face of the traditional forms of effluent treatment, electro-flocculation appears as an innovative technique, even though it is an experimental method still used on a small scale, electro-flocculation is intended to become an alternative and technology for the treatment of pollutants in water. This method is characterized by simple instrumentation and operation using easily accessible materials in a short time interval, presenting a good efficiency in the removal of water deposits. This process constitutes the passage of electric current through an electrolytic cell, giving rise to two distinct processes: electrocoagulation and electroflotation. The present article aims to present a bibliographical review about the use of the electroflocculation technique for the treatment of effluents. Currently, there are not many studies in the literature related to the application of the electroflocculation technique for the treatment of industrial effluents. The small number of treatment plants by electroflocculation in Brazil becomes an obstacle to its large-scale dissemination. However, the positive results obtained in previous studies demonstrate that the applicability of the electroflocculation technique will be expanded for the large-scale treatment of effluents from potentially polluting industrial activities.



Key words: electroflocculation, treatment, effluents.

INTRODUÇÃO

Em meio à escassez cada vez mais constante de água no nosso planeta, que apresenta em uma de suas causas a ação descontrolada do homem através da atividade industrial, que é considerado o maior gerador de resíduos na água, tem-se procurado alternativas que possam amenizar ou controlar a poluição desse recurso hídrico, onde ao mesmo tempo cresce a procura pela reutilização das águas residuais tornando-as apropriada para ser consumida novamente.

Tendo em vista toda essa ação poluidora ocasionando a falta desse recurso, tem-se surgido cada vez mais processos de tratamento promovendo uma enorme eficiência de remoção de resíduos ou qualquer componente tóxico presente na água (NETO et al, 2011).

O processo de eletrofloculação começou a ser pesquisado no século XX, mas encontrou muitas dificuldades neste período, onde se envolvia grande complexidade de inter-relação entre processos hidrodinâmicos com reações eletroquímicas, gerando assim a renúncia desses estudos. Na atualidade esse tipo de processo é aplicado constantemente e esse conhecimento é bem decifrável e utilizável. (BORBA, 2010).

Segundo de Brito, Ferreira, da Silva (2012, p. 228),

“Dispositivos de eletrofloculação simples são compostos por eletrodos que possuem polaridades diferentes, alguns ânodos e outros cátodo. Quando uma voltagem é aplicada, o ânodo é oxidado e o cátodo reduzido, fazendo com que ocorra a geração eletroquímica do agente coagulante. O material de carga positiva pode reagir com as cargas negativas da solução, ocorrendo a hidrólise da solução, liberando o hidróxido, um dos maiores responsáveis pelo tratamento do efluente”.

Ânodo: eletrodo para onde se dirigem os ânions ou, alternativamente, onde se formam cátions. Nesse eletrodo sempre ocorre corrosão, com consequente perda de massa, e sempre ocorre oxidação dos ânions ou, alternativamente a formação dos cátions a partir do metal do eletrodo (quando então tem-se também uma oxidação). Cátodo: eletrodo para onde se dirigem os cátions. Nesse eletrodo ocorre sempre depósito, e também redução dos cátions (DEBYE; HUCKEL, 1923).

De acordo com Carvalho, de Souza, Zempulski (2015 p. 4)



“À Demanda Química de Oxigênio, identificada pela sigla DQO, avalia a quantidade de oxigênio dissolvido (OD) consumido em meio ácido que leva à degradação de matéria orgânica, sendo essa biodegradável ou não. A resistência de substâncias aos ataques biológicos levou à necessidade de fazer uso de produtos químicos, sendo a matéria orgânica nesse caso oxidada mediante um oxidante químico. O aumento da concentração de DQO num corpo de água deve-se principalmente a despejos de origem indústria”.

O método de eletrofloculação tem-se mostrado bastante promissor na atualidade e está de acordo com as leis ambientais vigentes até o momento, ele apresenta muitas características que facilitam sua utilização no tratamento de água, onde as que lhes dão maior destaque são a facilidade de uso, o fácil acesso de seus materiais, o baixo custo em comparação com os outros utilizados no mercado e não necessita de profundo conhecimento para ser executado (MOLLAH, 2001; CRESPILO, 2004; CERQUEIRA, 2011,2012).

Segundo Cerqueira e tal (2014, p. 241)

“À sustentabilidade ambiental exige a inter-relação entre conhecimentos de áreas distintas, o que é uma característica do pensamento complexo, de modo que conceitos considerados contrários como desenvolvimento econômico e preservação ambiental, possam conviver na construção de novas tecnologias que os atendam”.

Com o aumento da população e das práticas industriais tem-se notado cada vez mais a intensificação da geração de resíduos ao meio ambiente, esse fato aumenta a preocupação para que se tenha um controle mais rígido no cuidado com a natureza, que sem dúvida está diretamente entrelaçada com a qualidade de vida do ser humano. A sociedade é o principal causador dos impactos relacionados ao meio ambiente, sua ação tem desviado o ciclo natural e desfavorecendo aos demais participantes do mesmo, onde ocorre um consumo de recursos naturais muito acima do normal (RODRIGUES, 2007).

A eletroquímica é um ramo da ciência que estuda o processo fisicoquímico em que ocorre transferências de elétrons para se obtenha energia química através da energia elétrica. A conversão de energia química em energia elétrica é um processo espontâneo, chamado de pilha ou célula galvânica. A conversão de energia elétrica em energia química é um processo não-espontâneo, chamado de eletrólise. Ela está muito presente no nosso dia-a-dia. Esse processo está presente basicamente em pilhas e baterias utilizadas em aparelhos eletrônicos, como



celular, controle remoto, lanternas, filmadoras, calculadoras, brinquedos eletrônicos, rádios à pilha, computadores, e muitos outros.

Nesse processo ocorre reações de oxirredução, onde a oxidação e a redução ocorrem de forma simultâneas. Na oxidação os átomos ou moléculas perdem elétrons ficando com cargas positivas, e as reduções, são processos em que um átomo ou molécula ao ganhar elétrons fica com carga negativa. Nesse processo os nox dos átomos são alterados, onde os átomos ou molécula que se oxida fica com nos positiva. Já o átomo ou molécula que se reduz fica com nox negativo (FOGAÇA et al, 2016).

Na eletrofloculação esse processo ocorre em meio aquoso juntamente com aplicação de uma diferença de potencial externa ou da liberação de energia química. Oxidação e redução descrevem a mudança do estado de oxidação que ocorre em átomos, íons ou moléculas envolvidas na reação eletroquímica. Em termos formais, o estado de oxidação equivale a uma carga hipotética que um átomo teria se todas as ligações que fizesse com outros átomos de diferentes elementos químicos fossem 100% iônicas. Um átomo ou íon que doa um elétron para outro átomo ou íon aumenta seu estado de oxidação, enquanto o receptor de elétrons diminui seu estado de oxidação (FOGAÇA et al, 2016).

Para uma reação ser considerada eletroquímica, deve envolver passagem de corrente elétrica em uma distância finita maior que a distância interatômica. Uma reação eletroquímica é uma reação redox que ocorre com a simultânea passagem de corrente entre dois eletrodos (DEBYE e HUCKEL, 1923).

Segundo Cerqueira et al (2011, p.1)

A coagulação, seguida ou não da floculação, tem por objetivo aumentar a quantidade de material suspenso que será removida por sedimentação. Consiste essencialmente na introdução no meio líquido de um produto capaz de anular as cargas geralmente eletronegativas dos coloides presentes, de forma a gerar um precipitado. A floculação é a aglomeração dos coloides sem carga eletrostática causada, normalmente, por um processo de agitação mecânica. Um floculante é, portanto, um estimulante de coagulação que acelera a formação, a coesão e a densidade do floco. A técnica de eletrofloculação (EF) é um processo que envolve a geração de coagulantes in situ a partir de eletrodos de ferro e/ou alumínio, pela ação da corrente elétrica aplicada a esses eletrodos.

Segundo Cerqueira et al (2011, p.1)



A EF tem se mostrado uma alternativa promissora para o atendimento à legislação ambiental, além de ser versátil e competitiva para instala versátil e competitiva para instalações em tanques que requerem grandes volumes de água a ser tratada. As unidades de EF são pequenas e compactas, além de requererem pouca manutenção e custos operacionais menores quando comparados a outras unidades de flotação. Além disso, a EF tem despertado bastante interesse, devido à sua simplicidade de operação e aplicação para o tratamento de diversos tipos de efluentes.

O método eletrofloculação está diretamente ligado à melhoria no tratamento de recursos hídricos, trazendo uma melhor eficiência a esse processo que muitas vezes está desconectado a realidade de vida da população, simplificando e tornando mais viável diante dos graves problemas de poluição desse recurso, onde a partir da aplicação dessa técnica a água pode ser destinada novamente ao consumo e favorecendo um maior controle da mesma dentro da sociedade.

A eletrofloculação é um método experimental utilizado ainda em pequena escala que foi desenvolvido com o intuito de se tornar uma forma alternativa e tecnológica para o tratamento de poluentes em água. Esse método é caracterizado por instrumentação e operação simples usando materiais de fácil acesso, em um intervalo curto de tempo, apresentando uma boa eficiência na remoção de poluentes da água. Com esse experimento pode-se trabalhar a parte de eletroquímica, com conceito como potencial eletroquímico e transporte de elétrons devido às reações de oxidação e de redução ocorridas, além das etapas de filtração simples.

Essa pesquisa justifica-se pela utilização de uma técnica bastante promissora na eliminação de resíduos da água com a aplicação de produtos sustentáveis e de baixo custo, visando o reaproveitamento da água, substância essencial para a manutenção da vida no planeta e procurando também alertar a sociedade sobre os grandes riscos evidentes da mal utilização desse recurso que porventura causará consequências devastadoras e de difícil reparação.

Apesar de ser um recurso renovável, a água sofre enormes riscos de escassez tanto pelo uso descontrolado da sociedade, tanto por meio da degradação da natureza que sem dúvida causa catástrofes imensas a todos os seres e ambientes existentes na terra. Cabe ao meio social uma melhor preocupação diante do que está acontecendo, dessa maneira necessita-se de ações firmes e eficientes para uma melhor reutilização da água que abrange desde simples pessoas a grandes empresas que sem dúvida são grandes consumidores.



Os reservatórios onde estão a maior parte desse recurso humano estão enfrentando crises de abastecimento, onde o maior prejudicado com tudo isso é a população que sofre muito pela falta desse bem precioso. A técnica de eletrofloculação ainda não é muito conhecida, mas sem dúvida foi idealizada para recuperação de águas que antes não tinham nenhuma utilidade e eram destinadas a locais impróprios para qualquer tipo de consumo o que deixa notório essa técnica como uma ferramenta ideal para o tratamento da água.

De acordo com Aquino Neto et al (2011, p. 3) “ O tratamento eletroquímico surge como uma alternativa para realizar a oxidação e não apenas a transferência de fase do material orgânico de interesse. Estudos mostram que se pode alcançar elevada eficiência de degradação com esta técnica”.

O processo da eletrofloculação, também chamado de eletrocoagulação ou eletroflotação é essencialmente um processo eletrolítico que envolve a desestabilização de poluentes emulsificados, ou em suspensão, em meio aquoso. Basicamente, este processo ocorre em três etapas. Na primeira, o coagulante é gerado in situ pela oxidação de um ânodo metálico (M) de sacrifício; assim que os respectivos cátions são gerados na fase anódica, estes reagem com moléculas de água para formação dos respectivos hidróxidos e poli-hidróxidos. Os materiais mais utilizados como ânodos de sacrifício são o ferro e o alumínio, devido a seu baixo custo, disponibilidade e eficácia (NETO et al, 2011).

Paralelamente, tem-se a eletrólise da água e a formação de microbolhas de oxigênio no ânodo e hidrogênio no cátodo que carregarão, na última etapa, o material floculado para a superfície. Na segunda etapa, os hidróxidos formados adsorvem-se em partículas coloidais originando os flóculos e tem-se o transporte dessas espécies que entram em contato com as impurezas. A remoção dos poluentes pode ocorrer tanto por complexação como por atração eletrostática e posterior coagulação. Na última etapa do processo ocorre a flotação, em decorrência da formação das microbolhas que são geradas da eletrólise da água (NETO et al, 2011).

O presente trabalho tem o objetivo de viabilizar a forma de tratamento de água utilizada para a nossa sobrevivência, deixando de lado métodos que usados de forma não controlada acarretaria os riscos para a saúde da população. De uma forma mais específica, o processo de



eletrofloculação apresenta eficiência em realizar a remoção de resíduos poluentes presentes em determinadas quantidades de água, isso se dá devido a utilização de corrente elétrica para gerar coagulantes por oxidação eletroquímica, assim a água poderá ser tratada de uma forma mais eficiente e sem a utilização de coagulantes, podendo assim ser usada normalmente pela população em suas necessidades diárias.

MATERIAIS E MÉTODOS

No presente trabalho, de início, foi feito a partir de pesquisas bibliográficas buscando através de relatos e experimentos realizados um conhecimento sobre a natureza e o processo de eletrofloculação. Esse processo de descontaminação da água é uma demonstração qualitativa de uma técnica que possivelmente pode ser usada em larga escala. Foi trabalhado na teoria e na prática todo o processo de eletrofloculação. A teoria usada é dos mais diversos autores, onde se foi levantado vários os aspectos e benefícios dessa técnica. Da parte ambiental até a econômica, foram levantados diversos aspectos para que se tenha uma visão mais ampla do conteúdo trabalhado, com um objetivo em comum e uma mesma linha de raciocínio. Toda a prática é simples e viável para se realizar, pois não precisa de muito material para realizá-la, além de ser de baixo custo, podendo ser feita em sala de aula. Em nosso trabalho foi demonstrado através de imagens para ter um acompanhamento visual de cada etapa.

Em relação à classificação da pesquisa, esta é aplicada, explicativa, bibliográfica, com técnica experimental e qualitativa.

Materiais e reagentes:

Bateria de 9 V

2 pregos comuns

2 fios de cobre

1 béquer de 50 mL

Cloreto de sódio (sal de cozinha)

Corante alimentício, café ou refrigerante de cola

Filtro de papel de poro fino e coador (do tipo para café)

Experimento



TRABALHO COMPLETO

“Caminhos para a formação de professores no contexto atual: desafios e possibilidades.”

1. Adicione aproximadamente 30 mL de H₂O em um béquer (ou um pequeno copo de vidro) de 50mL, contendo cerca de 100mg (1 colher de café) de sal de cozinha (NaCl) (que atua como eletrólito ou “ carregador dos elétrons) e algumas gotas de corante alimentício, café ou refrigerante de cola.
2. Monte o sistema como demonstrado na Figura 1, de forma que os dois pregos fiquem completamente imersos na solução em lados opostos.



3. Os pregos serão, a seguir, conectados a uma fonte de corrente contínua (DC, uma bateria de 9 V ou 3 pilhas em série), por meios de fios de cobre comuns utilizando garras do tipo “jacaré”. Os pregos não devem ser tocados para impedir a ocorrência de um curto-circuito. A partir desse momento, o anodo da célula começa a ser lentamente dissolvido por oxidação, enquanto é possível observar bolhas de hidrogênio sendo produzidas sobre o catodo.
4. O corante imediatamente começará a mudar a cor ao redor do catodo e uma espécie de lama (contendo hidróxido de ferro, como descrita acima) começará a se formar. Dentro de poucos minutos haverá mais lama suficiente para absorver a maior parte do corante e o experimento poderá ser encerrado. Agite bem a célula e seu conteúdo; então, derrame a solução em um funil contendo o filtro de papel de poro fino (coador de café) e colete o filtrado.



RESULTADOS E DISCURSÃO

Todo o processo de eletrofloculação funciona de forma bem sistemática, obedecendo diretamente todos os conceitos químicos estabelecidos pelos parâmetros da eletroquímica e não desobedecendo a ideia ambiental para o qual foi formulado. A experiência respeitou totalmente aos parâmetros de saúde propostos por lei e também não ofereceu nenhum risco prejudicial ao meio ambiente.

Após a realização do experimento se obteve a confirmação da teoria pré-estabelecida, onde houve a separação dos resíduos presentes no material de análise e a água se reestabeleceu em um certo grau de pureza, considerada ideal para um certo nível de consumo.

Nesse experimento a remoção do corante da solução foi feita por um prego usado como eletrodo para fornecer íons metálicos na formação de hidróxido de ferro (II ou III), um composto pouco solúvel que vai fazer o papel de absorve o corante presente na solução, já no outro prego, ou seja, no outro eletrodo ocorre a produção de bolhas de gás que conseguem arrastar os flocos formados pelo hidróxido ajudando assim na separação da solução.

Pode-se explicar isso pelas seguintes reações:



Como qualquer outra técnica utilizada, a eletrofloculação apresenta suas vantagens e desvantagens, que são:

Vantagens:

- Versatilidade;
- Eficiência energética;
- Segurança;
- Seletividade;



TRABALHO COMPLETO

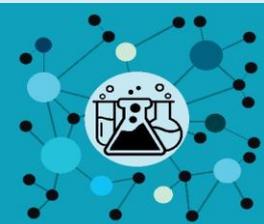
“Caminhos para a formação de professores no contexto atual: desafios e possibilidades.”



- Reações rápidas e sistemas de menor tamanho;
- Ao invés de usar produtos químicos ou microorganismos os sistemas empregam somente elétrons para facilitar o tratamento da água.
- A eletro-floculação requer equipamentos simples e de fácil operação, em que a corrente e o potencial aplicado, podem ser medidos e controlados de maneira automatizada;
- Há controle maior na liberação do agente coagulante, em comparação com os processos físico-químicos convencionais;
- Os flocos formados são mais estáveis, podendo ser melhor removidos por filtração;
- Remove as partículas coloidais menores, pois o campo elétrico aplicado promove mais rapidamente o contato entre elas, facilitando a coagulação;
- Limita o uso de substâncias químicas, minimizando, conseqüentemente, o impacto negativo causado pelo excesso de xenobióticos lançados no ambiente, fato que acontece quando a coagulação química empregando polieletrólitos é utilizada no tratamento de efluentes;
- As bolhas de gás produzidas durante a eletrólise podem levar o contaminante ao topo da solução, onde pode ser concentrado e removido mais facilmente;
- A célula eletrolítica é eletricamente controlada, não necessitando de dispositivos adicionais, o que requer menos manutenção;

Desvantagens:

- Os eletrodos precisam ser substituídos regularmente, caso sofram passivação;
- O uso de eletricidade pode ser caro em alguns lugares;
- Um filme de óxido impermeável pode ser formado no cátodo, conduzindo à perda de eficiência da unidade;
- É requerida alta condutividade do efluente.



Analisando os prós e contras, podemos concluir que a eletrofloculação é vantajosa para no uso da descontaminação das águas residuais, o que a torna viável a aplicável, sendo um método mais eficiente e ao mesmo tempo diminui os impactos ambientais à natureza que vai receber o efluente tratado e conseqüentemente às pessoas e animais que utilizarem essa água posteriormente.

CONCLUSÃO

Todas as águas residuais são um problema que só aumenta ao longo das décadas. Quando não tratadas para serem reaproveitadas acabam indo contaminar outras águas que poderiam ser de uso humano. Buscando sanar esse problema, cientistas procuram e estudam novas técnicas para aumentar toda e eficiência do tratamento das águas residuais, que não gere subprodutos ou resíduos que afetam as águas, solo e conseqüentemente a saúde pública.

Sabendo que o modelo atual para descontaminar a água residual faz o uso de coagulantes químicos metálicos que são os principais causadores de doenças como o mal de Parkinson e Alzheimer, a eletrofloculação surge como um método inovador, mais eficaz e menos prejudicial à saúde humana. O processo eletroquímico apresenta mais eficiência que a técnica tradicional na remoção de partículas coloidais, em suspensão, matéria orgânica e metais, por gerar o coagulante dentro do reator, além da ação conjunta de microbolhas geradas no cátodo.

Apesar das grandes vantagens oferecidas por essa técnica, não é comum ou de interesse das indústrias utilizarem essa técnica para amenizar os impactos ambientais causados por suas águas residuais. Entretanto, já há empresas no ramo de soluções ambientais que oferecem reatores eletroquímicos para aplicação em indústrias.

Esse trabalho teve o objetivo de promover, disseminar e conscientizar sobre os princípios, aplicação e benefícios da eletrofloculação, que se for plantada em larga escala pode-se dar um destino melhor a todas as águas usadas pelas indústrias, melhorando assim a relação entre o homem e o meio ambiente.

REFERENCIAS

AMANTE, Andresa. **Despoluindo a água** – Eletrofloculação. Disponível em: <http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/despoluindo-a-aguaeletrofloculacao>



TRABALHO COMPLETO

“Caminhos para a formação de professores no contexto atual: desafios e possibilidades.”



/917>. Acesso em: 24 nov. 2017

BALEN, Damasceno Luiz André. Eletrofloculação aplicada ao tratamento de efluentes têxteis. 2014. p. 35-36. Monografia de especialização - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

CERQUEIRA, Alexandre Andrade. Aplicação da técnica de eletrofloculação no tratamento de efluentes têxteis. Disponível em <http://www.bdtd.uerj.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=102>. Acesso em: 24 nov. 2017.

CERQUEIRA, Alexandre Andrade. Avaliação do processo eletrolítico em corrente alternada no tratamento de água de produção. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v34n1/v34n1a12>>. Acesso em 04 jan. 2018.

FACHIN, G. R. B.; SANTOS, R. N.; RODRIGUES, R. R. S. Comunicação científica e ontologias: uma pesquisa no LISA. **Transinformação**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 77-91, jan. abr., 2010.

FLECK, Leandro, Aplicação do controle estatístico de processos ao tratamento de um efluente têxtil por Eletrofloculação. 2011. 43f. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2011.

FOGAÇA, Jennifer. Floculação. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/floculacao.htm>>. Acesso em: 23 nov. 2017.

JLAZAR, Jinjuan Heidi Feng, & Harry Hochheiser - Research Methods in Human Computer Interaction, Wiley, 2010. ISBN 0-470-72337-8, 978- 0-470-72337-1)

MACHADO, Felipe Gomes et al. Eletrofloculação aplicada ao tratamento de água de produção . Disponível em: <<http://www.uff.br/sbqriouff/Arquivos%20link/Resumos/P023%20045%20resumo%20P18.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2017.

NETO, S.A. et al Tratamento de resíduos de corante por eletrofloculação: um experimento para cursos de graduação em química. Disponível em:<[http://www.producao.usp.br/bitstream/handle/BDPI/6748/art_AQUINO NETO Tratamento de residuos de corante por eletrofloculacao 2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.producao.usp.br/bitstream/handle/BDPI/6748/art_AQUINO_NETO_Tratamento_de_residuos_de_corante_por_eletrofloculacao_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em 04 jan. 2018.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas de pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo/RS