



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL
DO SEMIÁRIDO / CENTRO DE ENGENHARIAS / CURSO DE
ENGENHARIA MECÂNICA

VANDERSON CLEITON DE OLIVEIRA

**CONDICIONAMENTO DO EFLUENTE DO TANQUE DE NEUTRALIZAÇÃO
PARA DESCARTE NA NATUREZA: UM ESTUDO DE CASO NUMA EMPRESA DO
RN**

MOSSORÓ

2017

VANDERSON CLEITON DE OLIVEIRA

**CONDICIONAMENTO DO EFLUENTE DO TANQUE DE NEUTRALIZAÇÃO
PARA DESCARTE NA NATUREZA: UM ESTUDO DE CASO NUMA EMPRESA DO
RN**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à
Universidade Federal Rural do Semiárido –
UFERSA, Centro de Engenharias para a
obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Mecânica.

Orientador: D.Sc. Rodrigo Cesar Santiago –
UFERSA

MOSSORÓ

2017

O48c Oliveira, Vanderosn Cleiton.
 CONDICIONAMENTO DO EFLUENTE DO TANQUE DE
 NEUTRALIZAÇÃO PARA DESCARTE NA NATUREZA: UM
 ESTUDO DE CASO NUMA EMPRESA DO RN / Vanderosn
 Cleiton Oliveira. - 2017.
 50 f. : il.

 Orientador: Rodrigo César Santiago.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia
 Mecânica, 2017.

 1. Sustentabilidade . 2. Inovação. 3. Controle
 de pH. I. Santiago, Rodrigo César , orient. II.
 Título.

VANDERSON CLEITON DE OLIVEIRA

**CONDICIONAMENTO DO EFLUENTE DO TANQUE DE NEUTRALIZAÇÃO
PARA DESCARTE NA NATUREZA: UM ESTUDO DE CASO NUMA EMPRESA DO
RN**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à Universidade
Federal Rural do Semiárido – UFRSA, Centro de Engenharia
para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

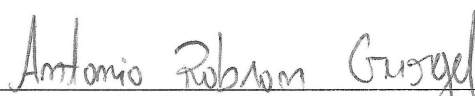
Orientador: D.Sc. Rodrigo Cesar Santiago – UFRSA

APROVADO EM: 23 / 10 / 2017

BANCA EXAMINADORA



Prof. D.Sc. Rodrigo Cesar Santiago
Presidente



Prof. Dr. Antônio Robson Gurgel
Primeiro Membro



Prof. Dr. Zoroastro Torres Vilar
Segundo Membro

Dedico esta monografia a Deus, a minha mãe e
vô, Verônica e Clotilde que, com muito amor e
apoio, não mediram forças para que eu chegasse
até esta etapa de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, sem ele não estaríamos aqui.

À minha esposa Lamyla, pela força e compreensão.

À minha tia Socorro, pelo amor que sempre demonstrou o que deu-me suporte para vencer os desafios.

Aos meus irmãos, Linara e Gledson que, me incentivaram e me ajudaram para que esse sonho fosse realizado.

À meu orientador D.sc. Rodrigo, pela orientação neste trabalho.

“Sustentabilidade é equação entre o que você poupa e o que você desperdiça.”

(Eliabe Serafim)

RESUMO

Sabe-se que o homem necessita dos recursos da natureza para viver, com o consumo exagerado desses recursos tem-se reduzido cada vez mais a qualidade de vida das pessoas, e a solução mais viável para amenizar o problema é a introdução do conceito de sustentabilidade, pois ele propõe que os recursos naturais sejam utilizados de forma consciente de modo a não ameaçar a sua escassez e, por consequência, também não ameaçar a nossa existência. Uma forma de aplicar esse conceito é melhorando o rendimento dos processos de desmineralização para reduzir o consumo de água. A proposta desse estudo é analisar o efluente do tanque de neutralização para condicioná-lo, reduzindo o tempo de operação e o custo de produção tendo como consequência a diminuição do consumo de recursos da natureza seguindo o conceito de sustentabilidade. O estudo de caso foi feito numa empresa do RN e teve o intuito de propor uma melhoria no rendimento do processo utilizando métodos qualitativos e quantitativos. De forma positiva com a utilização dos métodos, que é a utilização de uma extensão do Excel que ajuda a calcular a quantidade de ácido para ser dosado no tanque de neutralização com aproximação satisfatória, o que com isso foi possível melhorar o rendimento do processo e reduzir o consumo de água e produtos químicos utilizados. Assim determinou-se um método que pode descrever o fenômeno químico ajudando a prever o pH onde antes era dosado de maneira intuitiva e depois pode-se usar 257 litros como previsto pelo cálculo do mesmo modo melhora-se o uso de recursos do meio ambiente.

Palavras-Chave: Sustentabilidade; Inovação; Controle de pH.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	13
3. REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1.ÁGUA E SUA ABUNDÂNCIA	14
3.2.TRATAMENTO DE ÁGUA DESMINERALIZADA	15
3.2.1.Tipos de tratamento de água	15
3.2.2.Captação de água.....	17
3.2.3.Flotação	17
3.2.4.Filtração.....	18
3.3. DESMINERALIZAÇÃO	19
3.3.1. Descloração	20
3.3.1.1. Carvão ativo.....	21
3.3.2. Regeneração da cadeia primaria.....	21
3.3.3. Troca iônica.....	22
3.4. NEUTRALIZAÇÃO DE EFLUENTES QUÍMICOS	24
3.4.1. Neutralização de despejos ácidos e básicos	25
3.5. MEIO AMBIENTE	28
3.5.1. Sustentabilidade.....	28
3.5.2. Poluição de efluentes	30
3.5.3. Qualidade da água	32
4. METODOLOGIA.....	35
4.1.ESTIMATIVA DAS CONCENTRAÇÕES DAS SUBSTÂNCIAS PRESENTES NO TANQUE DE NEUTRALIZAÇÃO.....	35
4.2 VOLUME DE SODA OU ÁCIDO DOSADO NO TANQUE PARA NEUTRALIZAÇÃO	36
4.2.1. Equação química que descreve a solução do tanque de neutralização	36
4.2.2. Concentração molar das substâncias presentes no tanque.....	37

4.2.3. Carga efetiva	38
4.2.4. Calculo do volume de ácido ou soda	38
4.2.5. Valores de ácido dosado no tanque de neutralização medidos na empresa	39
4.3 REDUÇÃO DO TEMPO DE OPERAÇÃO.....	39
4.4 MELHORIA PARA O MEIO AMBIENTE.....	40
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
5.1 VOLUME DE SODA OU ÁCIDO DOSADO NO TANQUE PARA NEUTRALIZAÇÃO	41
5.1.1.Obtenção da equação química que descreve os cátions e anions presentes no tanque	41
5.1.2.Cálculo do volume de ácido ou soda	41
5.2 CUSTO E TEMPO DE OPERAÇÃO	43
4.3 MELHORIA PARA O MEIO AMBIENTE.....	44
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
REFERÊNCIAS	46

1. INTRODUÇÃO

Os problemas das aglomerações humanas, aliados à expansão industrial, começaram a despertar a preocupação maior da humanidade, induzindo à adoção de medidas preventivas no sentido de minimizar, preservar ou corrigir possíveis agravos ao meio ambiente e saúde. (PASQUALETTO, MELO, 2008). A questão ambiental é um assunto relativamente novo, que tem ganhado proporção devido à crise do meio ambiente, o que tem gerado uma reflexão sobre a maneira como o ser humano se relaciona com a natureza. Esse relacionamento não tem ocorrido de forma harmoniosa, pois o homem evoluiu e com esta evolução, novas tecnologias surgiram, novos procedimentos e posturas foram adotados a fim de melhorar a forma de vida do ser humano (MESQUITA ALEXANDRE, 2017).

Através de inovação tecnológica e estudo mais aprofundado dos processos industriais é possível melhorar os seus rendimentos, e torná-los cada vez mais equilibrado, ou seja, consumir sem prejudicar os recursos para vidas futuras.

Muitas indústrias, de uma maneira geral, utilizam a água desmineralizada. O objetivo é claro: evitar que o emprego de água bruta cause uma série de problemas e prejuízos para os equipamentos das fábricas. Muito empregada em caldeiras, sistemas utilizados em diversos tipos de indústrias, por exemplo, a água desmineralizada ajuda a evitar a formação de incrustações, evita os processos corrosivos do equipamento e elimina as ocorrências de arrastes de água. Entre os problemas mais conhecidos pela utilização da água bruta neste tipo de indústria está a incrustação, que se caracteriza pelo acúmulo de material fortemente aderido sobre a superfície da caldeira, necessitando de esforços consideráveis para sua remoção (limpezas mecânicas ou químicas). Muitas incrustações são formadas por precipitação de sais e/ou óxidos na forma cristalina, gerando incrustações altamente coesas e aderidas. É possível pela coloração resultante e o peso da incrustação saber qual foi a composição química causadora de sua origem. (AQUINO, 2011).

O processo de desmineralização consome grande quantidade de água e produtos químicos além de gerar efluente fora de especificação o que pode poluir a natureza caso não seja condicionado.

Devido a necessidade de equilibrar o consumo de recursos na natureza, melhorar o rendimento em uma das etapas da regeneração das cadeias de purificação da água de uso em caldeiras, pode aumentar o volume de água recuperando-a para ambiente. No qual este efluente possui pH geralmente básico ou ácido quase nunca neutralizado, é preciso dosar para obter valor neutralizado. Os operadores deste sistema não possuem o valor específico para tanto, sendo

preciso ter intuição para neutralizar o tanque com perda de tempo e gasto de produto de dosagem.

Entender melhor como funciona as reações químicas no efluente neutralizado assim como a concentração e composição dos elementos do tanque de neutralização vai proporcionar informação para responder os questionamentos dessa pesquisa, proporcionando um conhecimento sobre qual terá melhor utilidade de uso.

Os alunos da área da pesquisa também poderão usar este trabalho para ampliar seus conhecimentos científicos e terão oportunidade de dar continuidade a novos trabalhos acadêmicos, colaborando sempre para atualização do tema e com novos questionamentos.

São apresentados os seguintes problemas propostos por essa pesquisa: Qual o volume dosado de ácido ou soda para neutralizar o tanque; é possível melhorar o rendimento do processo; pode-se reduzir o consumo de recursos da natureza como se quer com a ideal de sustentabilidade.

2. OBJETIVOS

Os objetivos apresentados a seguir serão utilizados para atingir os resultados esperados por esse trabalho, sendo divididos em objetivo geral e específico.

2.1.OBJETIVOS GERAL

Condicionar a água do tanque de neutralização para descarte deste efluente na natureza observando o parâmetro de pH.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Para atingir o objetivo geral desta pesquisa os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos:

- Obter uma equação química que caracterize as substâncias presentes no efluente;
- Calcular volume de dosagem para neutralização;
- Se houver redução de tempo na neutralização, demonstrar que isso implica em menos produto para neutralizar;
- Demonstrar redução do custo de operação;
- Observar se com as melhorias do sistema ficaram enquadrado ao conceito de sustentabilidade;

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. ÁGUA E SUA ABUNDÂNCIA

A água está presente na natureza sob a forma líquida, como é a água da chuva, gasosa que é a neblina, e sob a forma sólida representada por neve, gelo e granizo, tendo como base o ciclo hidrológico, de modo que a radiação do Sol, provoca a evaporação das águas dos rios, dos lagos, da vegetação e dos oceanos, formando as nuvens (SOUZA, 2007).

Com base em levantamentos geo-ambientais, cerca de 70% da superfície da terra é constituída por água, sendo que somente 3% é de água doce e, desse total, 98% está na condição de água subterrânea. Isto significa que a maior parte da água disponível é imprópria para consumo e é mínima parte da quantidade total de água existente no Planeta (GOMES, 2011).

Sabe-se que cerca de 74% da superfície terrestre são constituídos de água. Por mais abundantes que pareçam os recursos hídricos na superfície da terra, a água disponível para consumo humano se restringe a 0,8% do total que existente no planeta, adicionando não somente as águas superficiais, mas também as subterrâneas, que podem estar a uma profundidade de até 4 mil metros. O restante da água se encontra nos oceanos e nas geleiras (BORGES, 2008).

A água dos rios, lagos e represas, representa muito pouco do total de água doce disponível onde está é de fácil acesso. Porém o conceito de água doce também não significa água potável. Acredita-se que menos de 1% de toda a água doce do Planeta está em condições potáveis. Para isso a água precisa ser de boa qualidade, estar livre de contaminação e de qualquer substância tóxica (VIEIRA, 2006).

A água é com muita possibilidade o único recurso natural que tem a ver com todos os aspectos da civilização humana, desde o desenvolvimento agrícola e industrial aos valores culturais e religiosos enraizado na sociedade. É um recurso natural essencial, seja como componente bioquímico de seres vivos, como meio de vida de várias espécies vegetais e animais, como elemento representativo de valores sociais e culturais e até como fator de produção de vários bens de consumo final e intermediário (COMO, 2016).

A água é captada de um córrego, rio, lago ou reservatório e levada até uma Estação de Tratamento de Água para se tornar potável, fica armazenada em reservatórios, de onde será distribuída por meio das redes adutoras para as nossas torneiras, a água que chega até nós, ou que é utilizada de alguma forma, também retorna para a natureza (COMO, 2016).

3.2. TRATAMENTO DE ÁGUA DESMINERALIZADA

3.2.1. Tipos de tratamento de água

Estação de tratamento de água é a unidade do sistema de abastecimento de água responsável pelo enquadramento da água a ser fornecida a população nos padrões de potabilidade. Tratamento de água é o conjunto de medidas necessárias para enquadrar a água nos padrões de potabilidade preestabelecidos. (SOUZA, 2007).

O tratamento da água pode ser realizado para atender diversos aspectos: higiênico na remoção de bactérias, protozoários, vírus e outros microrganismos, de substâncias nocivas, redução do excesso de impurezas e dos teores elevados de compostos orgânicos; estéticos na correção da cor, sabor e odor e econômicos na redução de corrosividade, cor, turbidez, ferro e manganês (COMO, 2016).

As finalidades do tratamento de água são divididas em três: higiênicas que é a remoção de bactérias, protozoários, vírus e outros microrganismos, remoção de substâncias tóxicas, redução do excesso de impurezas e de substâncias orgânicas. Estéticas que é correção de cor, odor, sabor e turbidez e por fim econômicas, que é a redução da cor, turbidez, dureza, corrosividade (SOUZA, 2007).

Os tipos de tratamento são divididos em duas categorias para águas superficiais: águas dos rios, lagos e barragens. E os tratamentos para águas subterrâneas: águas dos lençóis freáticos, águas dos lençóis artesianos e captação de água subterrânea em perfil de poço tubular (SOUZA, 2007).

O tratamento primário é constituído unicamente por processos físico-químicos. Nesta fase procede-se ao pré-arejamento, equalização do caudal, neutralização da carga do efluente a partir de um tanque de equalização e, seguidamente, procede-se à separação de partículas líquidas ou sólidas através de processos de floculação, floculação e sedimentação, utilizando um sedimentador primário. As lamas resultantes deste tratamento estão sujeitas a um processo de digestão anaeróbico num digestor anaeróbico ou tanque séptico (CRUZ, 2016).

O processo tratamento de água que visa reduzir a cor e a turbidez da água é chamado Clarificação (SOUZA, 2007).

Os reagentes utilizados são denominados de coagulantes, que normalmente são o sulfato de alumínio e o cloreto férrico. Nas etapas de coagulação e floculação, as impurezas presentes na água são agrupadas pela ação do coagulante, em partículas maiores (flocos) para que possam ser removidas pelo processo de decantação (COMO, 2016).

Um filtro é constituído de um meio poroso granular, normalmente areia, de uma ou mais camadas, instalado sobre um sistema de drenagem, capaz de reter e remover as impurezas ainda presentes na água. Para efetuar a filtração a água decantada é encaminhada às unidades filtrantes onde é efetuado o processo de filtração (COMO, 2016).

Filtração é a unidade da estação de tratamento responsáveis pela retenção dos fragmentos existentes na água que não foram removidas pela decantação (SOUZA, 2007).

Na água, o cloro age de duas formas principais: como desinfetante, destruindo ou inativando os microrganismos patogênicos, algas e bactérias de vida livre; e como oxidante de compostos orgânicos e inorgânicos presentes. A água filtrada está limpa, mas ainda pode conter microrganismos causadores de doenças. Por isso, ela recebe um produto que contém cloro que chamado processo de cloração, que mata os microrganismos (ESTAÇÃO, 2016).

O processo de eliminação dos micróbios patogênicos de uma água para consumo humano ou industrial, é chamado de desinfecção (SOUZA, 2007).

A aplicação de compostos de flúor na água de abastecimento público contribui para a redução da incidência de cárie dentária em até 60%, se as crianças ingerirem desde o seu nascimento quantidades adequadas de íon fluoreto. A fluoretacão da água de abastecimento público é efetuada através de compostos à base de flúor (COMO, 2016).

Normalmente são utilizados em abastecimento público os seguintes agentes desinfetantes, em ordem de frequência: cloro, ozona, luz ultravioleta e íons de prata. A caesb utiliza como agente desinfetante o cloro na sua forma gasosa, que é dosado na água através de equipamentos que permitem um controle sistemático de sua aplicação. Para efetuar a desinfecção de águas de abastecimento utiliza-se um agente físico ou químico (desinfetante), cuja finalidade é a destruição de microrganismos patogênicos que possam transmitir doenças através das mesmas (COMO, 2016).

No processo biológico podem ser utilizados dois tipos diferentes de tratamento: aeróbicos, onde se podem utilizar, dependendo da característica do efluente, tanque de lamas ativadas (o ar é insuflado com arejador de superfície), lagoas arejadas com macrofilos, leitos percoladores ou biodiscos. E o anaeróbico, no qual podem ser utilizadas as lagoas ou digestores anaeróbicos. O tratamento secundário é constituído por processos biológicos seguidos de processos físico-químicos (CRUZ, 2016).

Aeração é o processo através do qual água e ar são postos em contato de modo a transferir substâncias voláteis da água para o ar e substâncias solúveis do ar para a água até se obter uma condição satisfatório (SOUZA, 2007).

A Tabela 1 mostra um resumo dos principais tipos tratamento de água:

Tabela 1-Mostra principais tipos de tratamento de água

Biológicos	Físico	Físico-químico
Aeróbicos	Filtração	Clarificação
Anaeróbicos	-	Fluoretacão
-	-	Coagulação
-	-	Floculação

Fonte: Autor, 2017.

3.2.2.Captação de água

De acordo com o manancial a ser aproveitado, podem ser utilizadas as seguintes formas de captação: superfície de coleta (água de chuva), galeria filtrante (fundo de vales), poço tubular profundo (lençol subterrâneo), tomada direta de rios, lagos e açudes (mananciais de superfície), caixa de tomada (nascente de encosta) e poço escavado (lençol freático) (CONTROLE, 2016).

A água bruta proveniente de fontes de água superficiais geralmente contém materiais dissolvidos ou flutuantes (pequenos galhos e folhas de árvores, grama), areia fina, silte, argila, e, algumas vezes, matéria orgânica natural e algas. Organismos, como protozoários, bactérias e vírus também podem estar presentes e representar riscos à saúde pública, razão pela qual sua desinfecção deve ser prioridade em qualquer sistema de tratamento. Quando não se emprega a coagulação química, a filtração lenta e a cloração são os principais processos de tratamento capazes de tornar seguro a produção de água com qualidade que pode ser usada pelo ser humano (DI BERNARDO, 2008).

3.2.3.Flotação

O processo de neutralização das cargas negativas das partículas que faz com que estas se atraiam, promovendo aglomeração, formando partículas maiores, aumentando assim a velocidade de sedimentação é chamado de Coagulação. Os cátions de alumínio ou ferro são os mais utilizados para esse propósito (CONTROLE, 2016).

O processo físico que promove a aglutinação das partículas já coaguladas, facilitando o choque entre elas devido à agitação lenta imposta ao escoamento da água é a Floculação. A formação de um floco de impureza facilita sua posterior remoção por sedimentação sob ação da gravidade, flotação ou filtração. O teste do jarro, feito experimentalmente em laboratório permite a dosagem ideal de produtos coagulantes e floculantes (CONTROLE, 2016).

A separação se dá pela introdução de pequenas bolhas de gás (usualmente ar) na fase líquida. As bolhas se ligam à matéria particulada e a força de empuxo das partículas associadas às bolhas de gás é grande o suficiente para fazer com que a partícula suba até a superfície do líquido. Assim, faz-se com que partículas mais densas que o líquido flutuem, e facilita a separação de partículas ou líquidos menos densos. Esta é uma operação unitária usada para separar partículas sólidas ou líquidas de uma fase líquida (PINTO, 2009).

A flotação não é aplicada aos efluentes com óleos emulsionados, a não ser que os efluentes tenham sido coagulados previamente. Além de ser um processo unitário utilizado no nível primário de tratamento, é aplicado também na etapa de espessamento de lodo. A flotação deve ser aplicada principalmente para sólidos com altos teores de óleos e graxas e/ou detergentes tais como os provenientes de indústrias petroquímicas, de pescado, frigoríficas e de lavanderias (PINTO, 2009).

3.2.4.Filtração

O processo consiste em fazer a água passar através de um meio granular com a finalidade de remover impurezas físicas, químicas e biológicas. É um método de tratamento da água adotado principalmente para comunidades de pequeno porte, cujas águas dos mananciais apresentem baixos teores de turbidez e cor (CONTROLE, 2016).

Os filtros operam pressurizados quando utilizados em sistemas de irrigação localizada, necessitando de dimensionamento mecânico correto, baseado na teoria de vasos de pressão, para evitar a ruptura de suas paredes às pressões de trabalho. Filtros de areia consistem em tanques ou reservatórios cilíndricos metálicos ou de poliéster, em cujo interior se coloca espessa camada de areia através da qual se filtra a água de irrigação (TESTEZLAF, 2008).

Na filtração rápida, os mecanismos responsáveis pela remoção das partículas são: transporte, aderência e desprendimento. O processo da filtração não pode ser definido simplesmente pela ação de coar a água em um meio poroso, e sim pela combinação de mecanismos diversos que são influenciados pelas características físicas e químicas tanto das impurezas presentes na água bruta, como do meio filtrante (BRAGA, 2005).

Peneiramento ou coamento é um fenômeno superficial que retém partículas de tamanho superior aos poros. Sedimentação é a passagem da água pelos poros permitindo que cada espaço poroso funcione como um pequeno decantador, favorecido pela redução da velocidade da água. Adesão e coesão é o contato entre uma partícula em suspensão com o grão do material

filtrante ou sedimentos criando forças de atração elétrica, o que explica como os filtros retêm partículas muito menores que o tamanho dos poros (TESTEZLAF, 2008).

Para ter eficiência na filtração rápida é necessário um tratamento anterior da água bruta com coagulação química, podendo ou não ocorrer a floculação e decantação ou flotação, dependendo da qualidade da água a ser tratada. Como na filtração lenta não é utilizada a coagulação química, a água a ser filtrada deve ter características apropriadas, pois caso contrário o processo torna-se ruim. Por isso, na atualidade, a filtração lenta tem sido precedida por unidades de pré-tratamento, geralmente constituídas por pré-filtro de pedregulho (DI BERNARDO, 2008).

A eficiência de filtração dos filtros de areia é medida pela sua capacidade de remover partículas de um determinado tamanho, e seu valor aumenta com a redução da granulometria do elemento. Areias muito grossas podem resultar em filtração ineficiente e permitir o entupimento dos emissores, enquanto areias muito finas podem entupir rapidamente seus poros e requerer retro lavagens frequentes. A escolha correta do elemento filtrante é importante para a eficiência de remoção do filtro (TESTEZLAF, 2008).

3.3. DESMINERALIZAÇÃO

A desmineralização por troca iônica é o processo de remoção de minerais dissolvidos em soluções aquosas através de resinas orgânicas sintéticas (VANELLI, 2004).

O sistema de desmineração consiste de um desclorador e um sistema primário (trocador catiônico + trocador aniônico) e um polimento (retirada de íons em baixa concentração) leito misto que é usado para refinar a retirada de sais presentes na água. Este sistema é composto de três etapas: desclorador para retirada de cloro, trocadores catiônico e aniônico para retirada de cátions e ânions respectivamente, presentes na água, uma torre descarbonatadora entre estes vasos, para retirada de CO₂ para evitar formação de ácidos carbonados e por fim um sistema de leito misto que retira cátions e ânions tornando a água quase pura. Estes funcionam com três baterias destes equipamentos todos em paralelo em operação dois e um em reserva ou regenerando (RIO, 2006).

O sistema é projetado para passar a água sem cloro por vasos de resina catiônica, vasos de resina aniônica e vasos contendo os dois tipos de resinas, chamado de vasos de leito misto. Esta mistura faz com que o filtro se comporte como uma série infinita de leitos catiônicos e aniônicos sucessivos, e a água tratada chega a atingir valores de condutibilidade inferiores a 0,1 ms/cm (VANELLI, 2004).

A desmineralização é feita através de um processo denominado de troca iônica. Neste processo usa-se resinas de troca iônica, portanto um material sólido insolúvel que na sua constituição transporta cátions e ânions permutáveis. Estes íons são permutados pela quantidade estequiométrica equivalente de outros íons com a mesma carga, quando a coluna permutadora de íons estiver em contato com uma solução eletrolítica. As resinas de permuta iônica são de permuta catiônica e de permuta aniônica. O objetivo da desmineralização é a remoção de sais minerais dissolvidos na água. Este processo visa a produção de água com baixa condutividade e para valores menores que $1\mu\text{S}/\text{cm}$ introduz-se o conceito de resistividade. A água desmineralizada é muito utilizada na indústria química, farmacêutica e eletrônica (DESMINERALIZAÇÃO, 2010).

3.3.1. Descloração

Devido a injeção de cloro no sistema de filtração é preciso retirar o cloro do sistema de desmineralização. Para proteger as resinas de troca iônica, há três descloradores em paralelo com os trocadores catiônicos onde opera-se com dois e um em reserva ou em regeneração. São filtros pressurizado, metálicos e verticais, com um fundo falso perfurado, onde são colocados bicos distribuidores, o material filtrante é feito de carvão ativado, com granulometria e altura de leito.Com vazão específica onde uma parte entra pela parte de cima em uma válvula e a outra metade pela parte inferior do vaso, a saída de água desclorada vai por cima em outra válvula. Na entrada de cada vaso desclorador são instalados um indicador e transmissor de vazão que é responsável pelo controle da campanha do vaso (máximo que o vaso desclora sem alterar a concentração de saída de água) e pelo valor do volume total de produção de água desclorada (RIO, 2006).

Determinados processos exigem água com teor de cloro zero. Descloradores de Água são indicados para retirar da água todo teor de cloro contido. Em seu processo é utilizado carvão ativado que adsorve o cloro, e os COV's (compostos orgânicos voláteis) tais como os trihalometanos (subprodutos da desinfecção por cloro considerados cancerígenos), assim como odores e sabores desagradáveis. Deve-se lembrar que o cloro residual é a proteção para a água que não é consumida imediatamente (DESCLORADORES, 2016).

Os descloradores utilizam projeto de fluxo descendente e são equipamentos de baixo custo de aquisição, manutenção e tamanho reduzido (FILTROS, 2016).

3.3.1.1. Carvão ativo

O carvão ativado pode ser usado sob a forma granular em pó. Normalmente é aplicado depois de filtração e cloração no ponto de captação de água para minimizar a possibilidade de crescimento de bactérias anaeróbicas em sua superfície. Vem sendo empregado em diversas etapas de tratamento, após tratamento biológico por lodo ativado para remoção de matéria orgânica tóxica, após tratamento físico-químico por coagulação, floculação, sedimentação e filtração (GUERRA FILHO, 2006).

3.3.2. Regeneração da cadeia primaria

Existem alguns parâmetros para regenerar o sistema de desmineralização: volume excedido de produção que é medido pelos totalizadores instalados na entrada dos descloradores, pressão diferencial alta medida no vaso catiônico e aniônico, condutividade alta na saída do aniônico medidos, e tempo de campanha em horas. Qualquer um dos parâmetros ocorridos indicará no supervisório ao operador a necessidade de regeneração (RIO, 2006)

A regeneração dos trocadores catiônicos e aniônicos ocorre com as seguintes etapas:

Compactação: entrada de água em fluxo de baixo para cima (fluxo ascendente) permitindo condições hidráulicas para regeneração (RIO, 2006). No final do ciclo de operação, a água flui a partir do sistema de distribuidor inferior, fazendo com que o leito de resina seja compactado contra os materiais inertes na parte superior do vaso. O leito de resina é compactado inicialmente contra os materiais inertes por uma corrente ascendente de água. O tamanho das partículas de resina e a densidade, a quantidade de espaço livre, e a temperatura da água determina a taxa de fluxo necessária para a compactação. Leva apenas 2 ou 3 minutos para a camada compactar completamente. A água é normalmente desmineralizada para evitar a contaminação iônica da zona de polimento (WATER, 2016).

Injeção de reagentes químicos: Em fluxo ascende, serão injetadas soluções diluídas de reagentes químicos (RIO..., 2006). Uma vez compactada, o leito de resina permanece no mesmo lugar, e a taxa de fluxo é reduzida. Esta regeneração tem que ter taxa de fluxo ótima em termos de tempo de contato regenerador e concentração (WATER, 2016).

Deslocamento: Saída de excesso de reagentes pelo dreno dos vasos em condições hidráulicas igual a etapa anterior com interrupção de regentes (RIO, 2006).

Recirculação: A fim de eliminar traços dos reagentes da regeneração, a água é bombeada em fluxo descendente entrando na parte superior do vaso e indo para direção inferior do vaso

aniônico para o catiônico e passando pela torre, circulando uma parcela de água das torres em um certo tempo a fim de reduzir a condutividade do aniônico. Em alguns casos a condutividade do vaso aniônico não baixa, porém este deve ser alinhado em produção da mesma forma pois após um certo tempo a condutividade irá baixar (RIO, 2006).

3.3.3. Troca iônica

Normalmente as resinas são utilizadas no refino e descoloração do açúcar, porém não foram encontrados registros da utilização das resinas para purificação de inulina que é gerada após separar-se da sacarose. As resinas são utilizadas nas indústrias para a purificação e desmineralização de água. Na indústria alimentícia são usadas em processos de adsorção como no caso do açúcar refinado, no qual a resina é utilizada na inversão da sacarose, descalcificação, desmineralização e descoloração do açúcar, além da separação cromatográfica de frutose e glicose (YAGINUMA, 2007).

A troca iônica pode ser explicada como um fenômeno físico-químico em que uma solução troca íons com a superfície de um sólido poroso (LIRA, 2008).

Consiste basicamente na troca seletiva dos íons de amônia presentes em uma resina mineral pelos íons de cálcio, magnésio e sódio. Aplicado após uma pré-decantação ou filtração, usando uma matriz de até 2,5m de diâmetro, a uma velocidade de 24-30 cm/minuto. A troca iônica forma um efluente com alto nível de remoção dos íons presente na resina que da condição de reuso da água tratada, onde se deseja remover contaminantes dissolvidos e de sólidos dissolvidos totais (GUERRA FILHO, 2006).

Com a alta demanda de trocadores iônicos na indústria alimentícia, desenvolveram-se materiais para a fabricação de resinas específicas para seu uso e com propriedades especiais. As primeiras resinas estudadas para troca iônica eram formadas por materiais sintéticos e inorgânicos naturais, que foram trocadas por resinas orgânicas e sintéticas. (YAGINUMA, 2007).

A operação de troca iônica é a troca entre estes íons presentes e íons sólidos presentes na resina. Resinas de troca iônica têm aparência de grânulos que têm em sua estrutura, radicais ácidos ou básicos passíveis de troca por outros íons em solução. Os íons positivos ou negativos fixos nestes radicais são substituídos pelos íons contaminantes na solução (TRATAMENTO..., 2016).

Resinas sintéticas de troca iônica são utilizadas principalmente para modificar as características dessas substâncias que são purificadas ao serem percoladas através de uma

coluna contendo um leito de resinas de características ácidas ou básicas. Resinas sintéticas de troca iônica são copolímeros sólidos e insolúveis, que possuem grupos ativos funcionais com afinidade de remover cátions ou ânions presentes em uma substância. (VANELLI, 2004).

O fato de a troca iônica ser um processo reversível torna o método bastante vantajoso. As resinas podem ser regeneradas com uma solução contendo o íon inicialmente presente no polímero, que irá reverter a reação de equilíbrio, restaurando a resina à sua condição original (YAGINUMA, 2007).

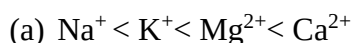
A classificação das resinas de troca iônica depende do caráter básico ou ácido dos grupos iônicos existentes na sua estrutura sólida, sendo então chamadas de aniônica ou catiônicas.

Umas resinas de troca aniônica contêm grupos iônicos positivos, podendo reter e efetuar a troca de aníons na solução com a qual entre em contato. A troca catiônica apresenta grupos iônicos negativos na estrutura e, por conseguinte, executa troca catiônica com a solução que entrar em contato (ALMEIDA, 1999).

As resinas são ainda classificadas como trocadores de íons fortes e fracos, dependendo do grau de dissociação, completo ou incompleto (ALMEIDA, 1999).

Quando utilizada em meio aquoso, a resina tem preferência por diferentes íons na água. Assim, no estado de equilíbrio, ou seja, quando a resina está saturada, os íons não ocupam a mesma quantidade na resina. A resina tem maior preferência por íons com valência elevada.

A relação (a) e (b) abaixo pode ser escrita relativamente à seletividade das resinas para os diferentes íons presentes na nossa amostra de água (CUNHA; RAMOS, 2012):



Usualmente os coeficientes de seletividade são calculados com base em ensaios de laboratório e só são válidos para condições nas quais eles foram obtidos. Em baixas concentrações os valores do coeficiente de seletividade para troca iônica de íons monovalentes por íons bivalentes são maiores do que de íons monovalentes para monovalentes (METCALF; EDDY, 2016).

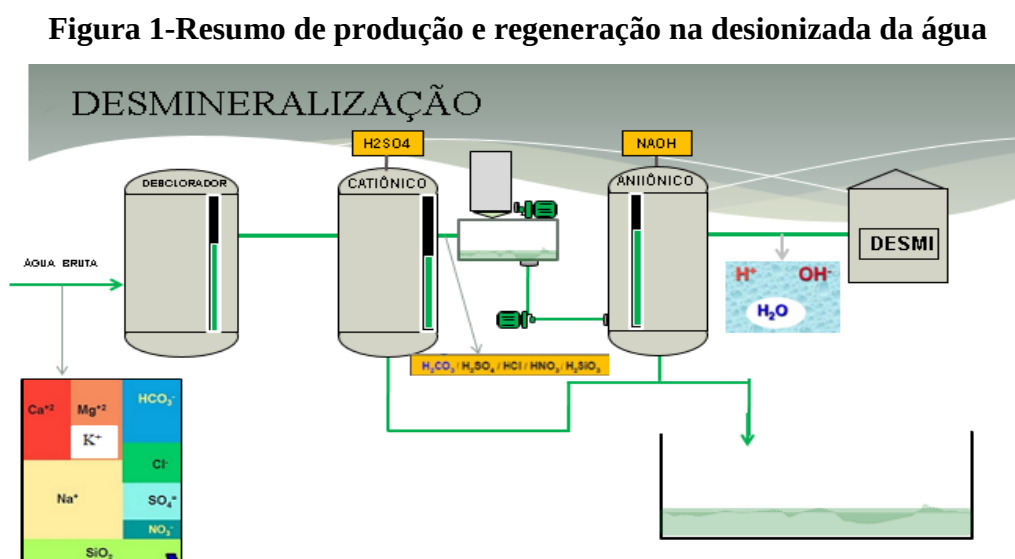
O fator de separação para permuta aniônica com resina avalia a seletividade, ou seja, o quanto a resina adsorve os íons (MORITZ, 2016).

A seletividade é o fator mais importante para determinar a preferência de reação e depende da natureza e do número de grupos trocadores na matriz e das condições de operação (YAGINUMA, 2007).

O equilíbrio desta reação depende de um fator muito importante que é a relação resina-íon que interfere no processo de estequiometria de equivalência de troca de cargas (ALMEIDA, 1999).

No início da operação, todo o soluto é adsorvido e a sua concentração na saída é nula. Com o tempo, inicia-se a saturação da resina, que começa na extremidade da alimentação e migra em direção à saída do fluido. Devido à saturação, a resina aproxima-se da sua capacidade máxima de adsorção e a concentração de soluto na saída da coluna começa a aumentar até se tornar igual à concentração de entrada. Uma técnica muito utilizada na indústria é a adsorção em leito fixo, que consiste na percolação de um leito empacotado em coluna vertical, por um fluido contendo o soluto que se deseja adsorver (YAGINUMA, 2007).

A figura 1 demonstra como ocorre a produção de água desmineralizada e mostra os pontos de injeção de ácido e soda para regeneração (RIO,2006).



Fonte: Autor,2015.

3.4. NEUTRALIZAÇÃO DE EFLUENTES QUÍMICOS

O ajuste de pH é uma das formas de condicionamento das águas residuárias industriais de acordo com as finalidades requeridas a jusante, segundo alguns casos específicos (CARVALHO, 2010).

São necessários antes da descarga em corpo d'água receptor ou sistema público, enquadramento na faixa adequada de lançamento (corpo hídrico) – 5,0 a 9, para garantir operacionalidade em processos como: osmose reversa, troca iônica, clarificação, antes de

processos físicos (convencionais e avançados), antes de processos químicos de tratamento pH ótimo para remoção de “metais pesados”, oxidação de cianetos, redução do cromo, remoção da amônia, fósforo, etc, antes de processos biológicos de tratamento e garantir funcionalidade (aeróbicos e anaeróbicos) (CARVALHO, 2010).

O tratamento convencional de efluentes ácidos e ricos em metais normalmente é feito pela adição de cal (CaO), elevando o pH e precipitando os metais na forma de hidróxidos. Visando à adequação para o descarte, o tratamento de efluentes é uma necessidade das fontes geradoras, inclusive do setor minero-metalúrgico (GUIMARÃES, 2014).

Em termos práticos o pH é a medida da alcalinidade ou acidez de uma água. É uma das formas de condicionamento de águas residuais industriais que devem seguir regras:

- A legislação brasileira exige lançamentos em corpo receptor segundo uma faixa de pH variando de 5 a 9. Antes da descarga em corpo d'água receptor, de forma a preservar a vida aquática que é muito sensível as variações de pH;
- No tratamento biológico, o pH do sistema deve ser mantido na faixa de 6,5 a 8,5 para se ter boas condições de metabolização da matéria orgânica pelos microrganismos. Antes de sistemas de tratamento físico-químico ou biológico. No primeiro caso, o acerto de pH deve ser ajustado para as condições ótimas de insolubilização, como por exemplo na remoção por precipitação de metais pesados (CAVALCANTI, 2009).

A “neutralização” é feita em um tanque onde todos os efluentes oriundos do sistema de desmineralização são enviados, onde é feita a neutralidade do pH do efluente com ácido e soda através do medidor de pH, onde bombas são ligadas para misturar o efluente para homogeneizá-lo, após obter o pH neutralizado em torno de 7, um jogo de válvulas onde uma abre, inicia-se o descarte e outra fecha para-se a recirculação e homogeneização, parando a recirculação, e assim começa a transferência deste efluente para uma caixa que fará a disposição final para o esgoto (RIO, 2006).

O ajuste de pH é feito fundamentalmente de duas formas:

- a) Mistura em tanques de equalização ou tanques-pulmão das correntes de despejos ácidos e alcalinos oriundos da mesma ou de outra planta;
- b) Adição de ácidos (ou bases) nas correntes de despejos (CARVALHO, 2010).

3.4.1. Neutralização de despejos ácidos e básicos

Métodos de neutralização de resíduos ácidos incluem: adição de quantidades apropriadas de bases fracas ou fortes ao resíduo (PINTO, 2009).

Agentes cáusticos tipicamente usados para neutralizar os resíduos ácidos são: NaOH (soda cáustica), Na_2CO_3 , amônia e vários tipos de cal (PINTO, 2009).

A soda caustica ou hidróxido de sódio (NaOH), é um dos produtos químicos mais importantes em processos de neutralização no tratamento de efluentes (CAVALCANTI, 2009).

A soda caustica é disponível em estado sólido, fundida e solidificada dentro do recipiente; granulada com escamas, perolas, flocos, grãos, lentilhas, em pó ou em estado líquido, com aproximadamente 50% de concentração em água, expressa em hidróxido de sódio ou NaOH (CAVALCANTI, 2009).

É um dos alcalinos mais fortes de uso comum, ela se dissolve com uma grande elevação de temperatura. É muito solúvel em água, álcool e glicerina (CAVALCANTI, 2009).

As principais propriedades físicas da soda caustica a 50% em peso são as seguintes (CAVALCANTI, 2009):

- Cor: incolor e cinza leve;
- Peso molecular: 40 g/mol;
- Peso específico a 20°C / 40 °C: 1,52 g/cm³.

Soda caustica quando utilizada na neutralização de efluentes ácidos tem como principais vantagens, uniformidade como reagente, alta capacidade de reação, facilidade de armazenagem, além de permitir melhor sensibilidade na adoção de equipamentos automáticos de dosagem e controle. Outra vantagem, é que os produtos finais da reação são sais de sódio solúveis, não formando lodos (CAVALCANTI, 2009).

A Tabela 2 mostra os principais agentes alcalinos para neutralizar efluentes ácidos e suas vantagem e desvantagem em comparação com os mesmos (CARVALHO, 2010).

Tabela 2-Mostra as principais vantagens e desvantagens dos agentes neutralizantes.

Alcalino	Vantagens	Desvantagens
CaO	Mais usado, baixo custo	Gera muito lodo se neutralizado com ácido sulfúrico
CaCO_3	Efetivo, utilizado na forma de leito ou coluna. Pode ser utilizado em associação.	Restrição a ácido sulfúrico maior de 0,6% colmatção de leito.
NaOH	Reativo, armazenamento, automatizado, lodo gerado solúvel (sais de sódio).	Custo elevado manuseio perigoso, neutralização libera muito calor
Na_2CO_3	Ação rápida. Baixo custo	Gera gás carbônico (Formação de espuma)
NH_4OH	-	Gera NH_3 (contaminação)

Fonte: CARVALHO, 2010.

O método mais comum de neutralização de resíduos alcalinos é pela adição de ácidos minerais, que incluem: Adição de quantidades apropriadas de ácidos fortes ou fracos ao resíduo, adição de CO₂ comprimido ao resíduo, mistura do resíduo ácido com um resíduo básico compatível. Os dois ácidos mais comuns são o ácido sulfúrico e ácido clorídrico. O H₂SO₄ é mais usado por um ter custo menor (PINTO, 2009).

A utilização de dióxido de carbono (CO₂) para neutralização de efluentes alcalinos consiste basicamente em reagir produtos com características alcalinas com o ácido carbônico, gerado pela solubilização do CO₂ em água (FREITAS, 2002).

O ácido sulfúrico tem massa atômica de 98g/mol e é um dos mais importantes produtos utilizados para o consumo industrial, particularmente em tratamento de efluentes (CAVALCANTI, 2009).

Os tipos comerciais de ácido sulfúrico são padronizados pela densidade, com 77,67% em peso, 93,19% em peso e 98 /99% de ácido sulfúrico. O produto quimicamente puro, conforme especificações da ACS é 95,5% a 96,5% de ácido sulfúrico com densidade de 1,84 g/cm³ (CAVALCANTI, 2009).

É líquido, viscoso denso, não volátil à temperatura ambiente, incolor e límpido se for puro. Quando concentrado é muito higroscópico e, misturado com água, libera grande quantidade de calor. Deve-se evitar juntar água as soluções alcalinas ao ácido sulfúrico, o que poderá gerar violenta reação, liberando grande quantidade de calor. O ácido sulfúrico é muito corrosivo abaixo de 77,67% em peso (CAVALCANTI, 2009).

Uma vez que é normalmente utilizado em sua forma concentrada 98% em peso. O ácido sulfúrico é o reagente mais comumente utilizado, pois além de permitir fácil armazenagem, requer pequenas dosagens (CAVALCANTI, 2009).

A Tabela 2 mostra os principais agentes para neutralizar efluentes alcalinos e suas vantagem e desvantagem em comparação com os mesmos (CARVALHO, 2010).

Tabela 3-Mostra as principais vantagens e desvantagens dos agentes neutralizantes.

Ácido	Vantagens	Desvantagens
H ₂ SO ₄	Menor volume (dosagem em altas concentrações)	Corrosivos. Neutralizado com sais de Na e Ca. E podem ser reduzidos H ₂ S
HCl	Menor preço por Kg, do que H ₂ SO ₄ .	Odor irritante e penetrante. Comercializado a 33%.
CO ₂	Reage com alcalinidade do meio formado bicarbonatos solúveis. (pH= 8-8,5)	Custo elevado requer instalação de gás (borbulha- mento).

Fonte: CARVALHO,2010.

3.5. MEIO AMBIENTE

3.5.1. Sustentabilidade

O crescimento e o desenvolvimento das sociedades têm demonstrado serem programas, planos de ocupação e organização do espaço, isso porque, durante muito tempo, não havia planos de desenvolvimento (social, econômico e cultural) e de conservação da natureza (e do ambiente). O homem sempre abusou da natureza ao retirar dela o necessário para sua sobrevivência. Desde a origem do homem a relação existente entre ele e a natureza era harmoniosa, nessa época os acidentes ambientais decorriam da força da natureza e não da intervenção humana. Porém, com o passar do tempo, por meio do domínio e da exploração, a ação do homem sobre a natureza a modificou (MACIEL,2017).

O homem passou a utilizar da natureza sem restrições, agredindo-a e pondo em risco sua própria existência, pois na medida em que destruía a natureza, causando a desertificação, extinção de espécies silvestres, poluição dos rios e solo, estava ao mesmo tempo provocando sua autodestruição. E isso se justifica pela busca constante do crescimento e da obtenção de riquezas, evidenciando na degradação ambiental o consumismo exacerbado da sociedade (MESQUITA ALEXANDRE,2017).

O relacionamento do homem com a natureza não tem ocorrido de forma harmoniosa, pois o homem evoluiu e com esta evolução novas tecnologias surgiram, e novos procedimentos e posturas foram adotados a fim de melhorar a forma de vida do ser humano. E apesar de ser um assunto relativamente novo, a questão ambiental tem ganhado bastante visibilidade devido à crise do meio ambiente, o que tem proporcionado uma reflexão sobre a maneira como o ser humano se relaciona com a natureza (MESQUITA ALEXANDRE,2017). A partir dessa reflexão surge a ideia de desenvolvimento sustentável.

O Desenvolvimento Sustentável foi conceituado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento como “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades atuais, sem comprometer as gerações futuras de suprir suas próprias necessidades” (MESQUITA ALEXANDRE,2010).

A problemática da sustentabilidade mostra-se, neste final de século, um papel central na reflexão em torno das dimensões do desenvolvimento e das opções que se configuram (JACOBI,2017).

O crescimento da utilização da ciência e da tecnologia explorou os recursos naturais de forma insustentável, causando degradações no meio ambiente, interferindo no relacionamento

do ser humano com a natureza e provocando a degradação ambiental. A relação do homem com a natureza era vista de forma intrínseca, uma vez que este se via como natureza, como parte da cadeia produtiva, e os recursos naturais deveriam ser conservados a fim de dar manutenção à vida (MESQUITA ALEXANDRE,2017).

A discussão acerca das questões ambientais começa no ano de 1972, na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Direito Humano, que ocorreu na cidade de Estocolmo. Nesta conferência foram discutidos sobre as questões ambientais, desenvolvimento, sustentabilidade e manutenção da qualidade de vida. Além disso, é aqui que se encontra o marco do reconhecimento do meio ambiente como um direito humano, uma vez que traz em seu Princípio 1 a compulsoriedade de proteger e melhorar o meio ambiente para as gerações atuais e futuras, princípio este que inspirou o artigo 225 da Constituição Federal Brasileira de 1988; da mesma forma, o Princípio 8 associa o desenvolvimento econômico e social à melhor qualidade de vida (MACIEL,2017).

As gerações futuras devem ter acesso a, pelo menos, o mesmo nível de capital natural que as gerações que as antecederam. Para que isso seja possível, a proteção do meio ambiente é condição inerente ao desenvolvimento sustentável e objetivo de todo o planeta, pois o problema ecológico não se esgota no limite geográfico dos países. Desenvolvimento Sustentável é o desenvolvimento que busca suprir as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de atendê-las no futuro (ZASSO,2014).

Desenvolvimento Sustentável não é um estado permanente de harmonia, mas um processo de mudança no qual a exploração dos recursos, a orientação dos investimentos, os rumos do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão de acordo com as necessidades atuais e futuras (CERQUEIRA,2015).

Uma forma de buscar reparar as ações outrora iniciadas de forma irracional e sem mensuração dos danos de tais ações é definição de sustentabilidade (MESQUITA ALEXANDRE,2017).

O desenvolvimento sustentável também é descrito como a capacidade de suporte dos biomas, cujos princípios não permitem que se retire dos ecossistemas mais recursos do que sua capacidade de regeneração e nem que se lance nos ecossistemas mais resíduos do que a sua capacidade de absorção (ZASSO,2014).

O conceito de desenvolvimento sustentável surge para enfrentar a crise ecológica, sendo que, pelo menos, duas correntes alimentaram esse processo. O quadro socioambiental que caracteriza as sociedades contemporâneas revela que o impacto dos humanos sobre o meio

ambiente está se tornando cada vez mais complexo, tanto em termos quantitativos quanto qualitativos (JACOBI,2017).

Um exemplo dessa linha de pensamento é o trabalho do Clube de Roma, publicado sob o título de Limites do crescimento, em 1972, que propõe, de forma catastrofista, para se alcançar a estabilidade econômica e ecológica, o congelamento do crescimento da população global e do capital industrial, mostrando a realidade dos recursos limitados e indicando um forte viés para o controle demográfico. Esta primeira tem relação com aquelas correntes que desde a economia influenciaram mudanças nas abordagens do desenvolvimento econômico, notadamente a partir dos anos 70 (JACOBI,2017).

Portanto o que se observa é que a idéia ou enfoque do desenvolvimento sustentável adquire relevância num curto espaço de tempo, assumindo um caráter diretivo nos debates sobre os rumos do desenvolvimento. Esta segunda está relacionada com a crítica ambientalista ao modo de vida contemporâneo, que se difundiu a partir da Conferência de Estocolmo em 1972, quando a questão ambiental ganha visibilidade pública (JACOBI,2017).

Segundo JACOBI (2017) em 1973, Maurice Strong utilizou pela primeira vez a definição de ecodesenvolvimento para identificar uma concepção de mudança de política de desenvolvimento.

Os princípios básicos foram criados por Ignacy Sachs (1993), tendo como previsão a existência de cinco dimensões do ecodesenvolvimento, a saber (JACOBI,2017):

- Sustentabilidade social;
- Sustentabilidade econômica;
- Sustentabilidade ecológica;
- Sustentabilidade espacial;
- Sustentabilidade cultural;

3.5.2. Poluição de efluentes

O Brasil detém 8% de toda essa reserva de água, sendo que 80% da água doce do país encontram-se na região Amazônica, ficando os restantes 20% circunscritos ao abastecimento das áreas do território brasileiro onde se concentram 95% da população. Nos últimos 60 anos, a população mundial duplicou, enquanto o consumo de água multiplicou-se por sete. Considerando que, da água existente no planeta, 97% são salgadas (mares e oceanos), e que 2% formam geleiras inacessíveis, resta apenas 1% de água doce, armazenada em lençóis subterrâneos, rios e lagos, distribuídos desigualmente pela Terra (MORAES,2002).

Depois da Segunda Guerra mundial começou o processo de reconstrução de cidades que incluiu, entre outras diretrizes, a implantação de fábricas em áreas afastadas dos centros urbanos e das áreas rurais, em substituição de indústrias instaladas em locais inadequados nas cidades, que poderiam causar poluição atmosférica e sonora. Apareceram então os distritos ou parques industriais localizados nas periferias das grandes cidades européias. Este design de implantação passou a ser tratado como parâmetro nas cidades ocidentais. Com o tempo este modelo tornou-se insustentável por ser não só poluente, mas também consumidor de recursos naturais e energia (CERQUEIRA,2015).

Estima-se que aproximadamente doze milhões de pessoas morrem anualmente por problemas relacionados com a qualidade da água. A água doce é um recurso natural finito, cuja qualidade vem piorando devido ao aumento da população e à ausência de políticas públicas voltadas para a sua preservação. No Brasil, esse problema não é diferente, uma vez que os registros do Sistema Único de Saúde (SUS) mostram que 80% das internações hospitalares do país são devidas a doenças de veiculação hídrica, ou seja, doenças que ocorrem devido à qualidade imprópria da água para consumo humano (MERTEN,2002).

Os problemas mais graves que afetam a qualidade da água de rios e lagos decorrem, em ordem variável de importância, segundo as diferentes situações, de esgotos domésticos tratados de forma inadequada, de controles inadequados dos efluentes industriais, da perda e destruição das bacias de captação, da localização errônea de unidades industriais, do desmatamento, da agricultura migratória sem controle e de práticas agrícolas deficientes. Os problemas da perda de fontes potenciais de água doce, da degradação na qualidade da água e da poluição das fontes de superfície e subterrâneas. Os ecossistemas aquáticos são perturbados, e as fontes vivas de água doce estão ameaçadas (MORAES,2002).

Os efluentes domésticos, são constituídos basicamente por contaminantes orgânicos, nutrientes e microorganismos, que podem ser patogênicos. O comprometimento da qualidade da água para fins de abastecimento doméstico é decorrente de poluição causada por diferentes fontes, tais como efluentes domésticos, efluentes industriais e deflúvio superficial urbano e agrícola (MERTEN,2002).

A qualidade das águas residuais é, conseqüentemente, muito variável, tendo em certas ocasiões registros de altos índices de demanda biológica de oxigênio. Porém, propriedades físico-químicas, identidade e origens de genotoxinas em águas de despejo doméstico e águas de superfície permanecem desconhecidas. Os despejos urbanos são, evidentemente, muito variados. Estima-se que as águas residuais urbanas contenham quantidades consideráveis de

matéria em suspensão, metais pesados e, em determinadas épocas, cloro procedente da dispersão de sais nas ruas (MORAES,2002).

A fragilidade na fiscalização do uso do solo, acompanhada da tolerância de ligações clandestinas de água, esgoto e energia elétrica, assim como a provisão de serviços públicos para assentamentos em implantação, ainda que não incluídos em um plano de regularização fundiária, cria incentivos à ocupação de áreas de proteção ambiental e de risco. A principal causa de poluição dos mananciais de água é a ocupação irregular do solo no seu entorno imediato. Na maioria dos casos, essa ocupação é não apenas tolerada, mas promovida por órgãos públicos, ainda que indiretamente (CERQUEIRA,2015).

A legislação ambiental tem estabelecido regras para o lançamento de efluentes industriais e a tendência é de existir um maior controle sobre esses poluentes. A contaminação por efluentes industriais é decorrente das matérias-primas e dos processos industriais utilizados, podendo ser complexa, devido à natureza, concentração e volume dos resíduos produzidos (MERTEN,2002).

Os metais pesados são capazes de provocar efeitos tóxicos agudos e câncer em mamíferos devido a danos que causam no DNA. Até mesmo os elementos químicos essenciais à manutenção e ao equilíbrio da saúde, quando em excesso, tornam-se nocivos, podendo comprometer gravemente o bem-estar dos organismos. Certos metais pesados causam forte impacto no equilíbrio de ecossistemas e causam efeitos contrário nos seres humanos (MORAES,2002).

3.5.3. Qualidade da água

A política normativa nacional de uso da água, como consta na resolução número 20 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), procurou estabelecer parâmetros que definissem limites aceitáveis de elementos estranhos, considerando os diferentes usos. Quando utilizamos o termo "qualidade de água", é necessário compreender que esse termo não se refere, necessariamente, a um estado de pureza, e sim às características químicas, físicas e biológicas, e que, conforme essas características, são estipuladas diferentes finalidades para a água (MERTEN,2002).

A classificação padronizada dos corpos de água possibilita que se fixe metas para atingir níveis de indicadores consistentes com a classificação desejada. Os corpos de água foram classificados em nove categorias, sendo cinco classes de água doce (salinidade <0,5%), duas

classes salinas (salinidade superior a 30%) e duas salobras (salinidade entre 0,5 e 30%). A classe "especial" é apta para uso doméstico sem tratamento prévio, enquanto o uso doméstico da classe IV é restrito, mesmo após tratamento, devido à presença de substâncias que oferecem risco à saúde humana (MERTEN,2002).

Os efluentes de todos os tipos de fonte poluidora poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e contanto que obedeçam às regras, padrões e exigências mostrada nesta resolução e em outras normas aplicáveis (CONAMA,2005).

Os padrões específicos e condições para o lançamento direto de efluentes oriundos de sistemas de tratamento de esgotos sanitários deverão ser obedecidas e seguidas conforme abaixo (CONAMA,2005):

- O pH deve estar entre 5 e 9;
- Temperatura deve ser inferior a 40°C, achando-se que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C na zona de mistura limite;
- Materiais sedimentáveis deve ter no máximo 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para ser lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação é praticamente zero, os materiais sedimentáveis deverão estar teoricamente inexistentes (CONAMA,2005).

Sabe-se que muitas vezes os peixes são expostos a condições adversas de pH em seu meio ambiente, que podem causar distúrbios fisiológicos. O pH neutro ou levemente alcalino tem sido recomendado para o desenvolvimento de várias espécies de peixes (NASCIMENTO,2013).

O pH dos viveiros que varia diariamente devido à respiração e fotossíntese e quanto maior a concentração de organismos que liberam CO₂ na água, maior a oscilação deste parâmetro. Alguns autores descrevem a importância de se verificar as condições da água dos viveiros antes da aplicação do CuSO₄. Muitos destes alertas estão relacionados às características de diminuição do oxigênio dissolvido (OD) em consequência da presença e da mortalidade das algas, demonstrando então a possibilidade de, no momento da aplicação destes compostos, o OD e o pH estarem diminuídos. A qualidade da água nos viveiros de cultivo de organismos aquáticos, principalmente de piscicultura, é afetada por interações dos diversos componentes químicos presentes neste ambiente (SAMPAIO, 2013).

A variação brusca de temperatura e de pH pode ser fatal aos peixes sendo necessário o controle desta para dar tempo aos peixes se adaptarem (FRANÇA,2007).

Foi possível observar outros efeitos que a variação do pH tem nos organismos e que envolvem um estado avançado de decomposição em pH alto bem como a realização de muda

de carapaça em pH baixo. O pH têm influência na capacidade de sobrevivência dos organismos no seu habitat, onde valores mais baixos ou mais altos de pH aumentam a taxa de mortalidade dos Ephemeropteros mais sensíveis (CASCÃO,2015).

4. METODOLOGIA

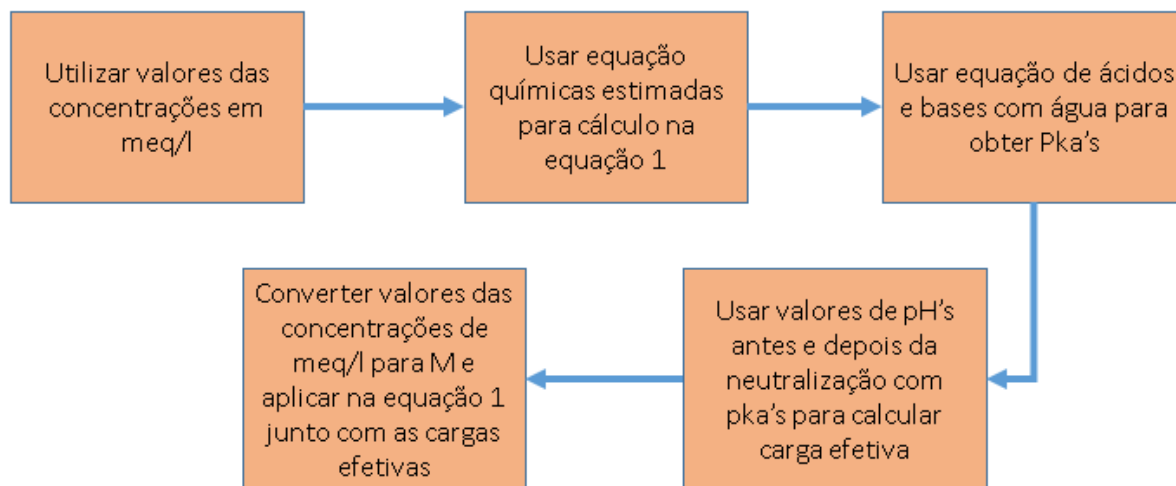
Este capítulo apresenta os métodos utilizados, com base em pesquisa qualitativa e quantitativa.

4.1. ESTIMATIVA DAS CONCENTRAÇÕES DAS SUBSTÂNCIAS PRESENTES NO TANQUE DE NEUTRALIZAÇÃO

É utilizado os valores demonstrados segundo OLIVEIRA(2016) para concentração das substâncias presentes no tanque de neutralização. Onde foram utilizadas as concentrações das substâncias presentes no rio que foram retidas pelas resinas catiônicas e aniônicas, que após o processo de regeneração estas substâncias foram transferidas para o tanque de neutralização.

Abaixo a figura 2 demonstra um resumo de como foram feitos os passos para calcular a concentração das substâncias presentes no tanque para neutralização (OLIVEIRA,2016):

Figura 2-Resumo das etapas de cálculos da metodologia



Fonte: Autor,2016.

Segundo OLIVEIRA (2016, p.47), é obtida a quantidade das concentrações das substâncias presentes no tanque de neutralização como mostra a tabela 4.

Tabela 4-concentração das substancias no tanque de neutralização.

Substâncias	Concentração em meq/litro- (CSN)
Magnésio	14,984
Cálcio	14,56
Sódio	28,008
Potássio	4,761
Cloreto	0,024
Nitrato	0,420
Carbonato	27,587
Sulfato	2,661
Ácido sulfúrico	132,57
Soda caustica	374,3

Fonte: OLIVEIRA,2016.

Os valores de concentração acima demonstram a quantidade estimada de cada substância presente no efluente a ser tratado após a neutralização.

4.2 VOLUME DE SODA OU ÁCIDO DOSADO NO TANQUE PARA NEUTRALIZAÇÃO

Pode-se calcular o volume de ácido ou soda utilizando a extensão para Excel AlfaDist 1.4, a biblioteca Alfa é uma biblioteca de funções para o Microsoft Excel, cujo objetivo é fornecer um conjunto de funções que auxiliem na realização tanto da avaliação semiquantitativa quanto da avaliação quantitativa simples (OLIVEIRA,2013).

Este suplemento pertence à suíte EQuiSa (Equilíbrio Químico em Solução Aquosa), um pacote de planilhas e *softwares* associados a Equilíbrios Químicos em Solução ou à Química Analítica. Fazem parte desse pacote o TitGer (simulação de titulações de misturas de polípticos) e o AlfaDist (que elabora gráficos de distribuição de espécies de sistemas ácido-base de Brosnted), dentre outros (OLIVEIRA,2013).

4.2.1. Equação química que descreve a solução do tanque de neutralização

Será realizada uma hipótese para obter uma equação química que governa a reação de neutralização após a regeneração e, em seguida, usando os valores de concentração da Tabela 5, aplica-se a equação 1 cujos parâmetros são calculados pelo suplemento alfa para obter o volume de soda ou ácido adicionado ao tanque de neutralização, e finaliza comparado com valor real dosado no processo (OLIVEIRA, 2013).

É admitida uma hipótese para obter as substâncias presentes na água que governam a reação de neutralização após a regeneração, onde nela despreza-se todos os sais envolvidos e

imagina-se que só formem ácidos e bases na reação, como está apresentado na Tabela 5 de acordo com teoria do balanço de carga (OLIVEIRA,2013):

Tabela 5-Soluções ionizadas em água após regeneração.

Substância	Cátions	Aníons	Substância	Cátions	Aníons
HCL	H_3O^+	Cl^-	$Mg(OH)_2$	Mg^{2+}	$2OH^-$
HNO_3	H_3O^+	NO_3^-	$Ca(OH)_2$	Ca^{2+}	$2OH^-$
H_2SO_4	H_3O^+	SO_4^{2-}	KOH	K^+	OH^-
H_2CO_3	H_3O^+	CO_3^{2-}	NAOH	Na^+	OH^-

Fonte: Autor,2017.

4.2.2. Concentração molar das substâncias presentes no tanque

Aqui demonstra-se as equações das reações de ácidos e bases com água e suas respectivas concentrações, que são convertidas de meq/l para mol/l.

Observar que a concentração de SO_4^{2-} aumenta, pois soma-se o valor calculado pelos íons adsorvidos ao valor formado na dissociação do ácido sulfúrico e o mesmo para a concentração de Na^+ . A hipótese adotada é que os ácidos foram formados “roubando” os cátions H^+ do ácido sulfúrico enquanto as bases foram formadas roubando os anions OH^- e reagindo numa proporção de 1 para 1 como é demonstrado na tabela 6 abaixo:

Tabela 6-concentração molar das substâncias presentes no tanque considerando dissociação.

Substância	Cátions	Aníons
HCL	H_3O^+	Cl^-
0,000024	0,000024	0,000024
HNO_3	H_3O^+	NO_3^-
0,00042	0,00042	0,00042
H_2SO_4	H_3O^+	SO_4^{2-}
0,09168	0,09168	0,09168
H_2CO_3	H_3O^+	CO_3^{2-}
0,0138	0,0138	0,0138
$Mg(OH)_2$	Mg^{2+}	$2OH^-$
0,0075	0,0075	0,0075
$Ca(OH)_2$	Ca^{2+}	$2OH^-$
0,0073	0,0073	0,0073
KOH	K^+	OH^-
0,004761	0,004761	0,004761
NAOH	Na^+	OH^-
0,40489	0,40489	0,40489

Fonte: Autor,2017.

4.2.3. Carga efetiva

Assim com estas equações químicas descritas na tabela 6 e seus valores é possível calcular os valores de Pka (Potência dos ácidos em uma reação com água) de todas as substâncias para utiliza-los no suplemento alfa e assim calcular a carga efetiva de cada substância presente na tabela 6 (OLIVEIRA,2013).

Observação: Para obtenção destes valores de Pka é admitido para o estudo que o pH do efluente é de 11,35 após a regeneração, e 7 após a dosagem e equilíbrio da reação.

Usando a extensão Alfa aplique os valores de pH e Pka das reações no Excel e use a fórmula abaixo para calcular a carga efetiva, segundo OLIVEIRA (2013, p.13):

$$=qef(pH; cargainicial; pKa(), npK) \quad (3)$$

Onde:

Qef-função do Excel;

Cargainicial-valência da substância;

pKa()-seleção de células com os pKa's da reação;

npK-número de pKa da reação;

4.2.4. Calculo do volume de ácido ou soda

Substituir os valores de carga efetiva calculado e concentração dos cátions e íons presentes no tanque de neutralização em seguida, aplicar na equação 1 que descreve este princípio através da variação de pH, abaixo será demonstrada a resolução (Oliveira,2013):

A equação 1 descreve como calcular o volume dosado para neutralizar o efluente seja ácido ou base (Oliveira,2013):

$$\Sigma \Delta(q_{efi}, C_i) + \Delta W_{at} = -q \Delta C \quad (1)$$

qef-carga efetiva;

ΔC -Concentração em mol/l de ácido ou soda adicionado no tanque;

ΔW_{at} -variação de pH;

$\Sigma \Delta(q_{efi}, C_i)$ -representa a soma da diferença do produto da carga efetiva no pH antes e depois de todos ácidos e bases;

q-carga efetiva (se ácido valor negativo, base valor positivo);

q_a-carga efetiva para um pH antes da dosagem;

q_d-carga efetiva para um pH depois da dosagem;

Obtendo o balanço de carga das reações:

- Para pH=11,35:

$$\begin{aligned}
 & -q_a[\text{CO}_3^{2-}] - q_a[\text{SO}_4^{2-}] - q_a[\text{NO}_3^-] - q_a[\text{Cl}^-] + q_a[\text{NA}^+] + q_a[\text{K}^+] + \\
 & q_a[\text{Ca}^{2+}] + q_a[\text{Mg}^{2+}] + \text{Wat} + q_x C_x = 0
 \end{aligned} \tag{4}$$

• Para pH=7,0:

$$\begin{aligned}
 & -q_d[\text{CO}_3^{2-}] - q_d[\text{SO}_4^{2-}] - q_d[\text{NO}_3^-] - q_d[\text{Cl}^-] + q_d[\text{NA}^+] + q_d[\text{K}^+] + q_d[\text{Ca}^{2+}] + q_d[\text{Mg}^{2+}] + \\
 & \text{Wat} + q_x C_x = 0
 \end{aligned} \tag{5}$$

Fazendo (5) - (4), temos:

$$\begin{aligned}
 & (-q_d + q_a)[\text{CO}_3^{2-}] + (-q_d + q_a)[\text{SO}_4^{2-}] + (-q_d + q_a)[\text{NO}_3^-] + (-q_d + q_a)[\text{Cl}^-] + (-q_d + q_a)[\text{NA}^+] + \\
 & + (-q_d + q_a)[\text{K}^+] + (-q_d + q_a)[\text{Ca}^{2+}] + (-q_d + q_a)[\text{Mg}^{2+}] + \Delta \text{Wat} + q \Delta C = 0
 \end{aligned} \tag{6}$$

Na equação acima é preciso estimar o valor de q (carga efetiva do ácido ou soda ser dosado).

Usa-se a equação (8) de diluição $C_1 V_1 = C_2 V_2$ para obter o valor de ácido ou base a ser dosado no tanque de neutralização já que conhece-se o valor do volume do tanque de neutralização, da concentração do tanque de ácido ou soda e ΔC calculado acima.

4.2.5. Valores de ácido dosado no tanque de neutralização medidos na empresa

Usa-se uma abordagem quantitativa nesta etapa da metodologia para fazer medição dos valores dosados no tanque de neutralização que será descrito como os valores reais e compara-se com os valor calculado para qualificar a precisão do método de cálculo.

4.3 REDUÇÃO DO TEMPO DE OPERAÇÃO

Utilizando os parâmetros calculados acima e estimando o tempo para regenerar o sistema de desmineralização e descartar o efluente, comparando com uma estimativa dos tempos reais para fazer esta operação, é possível determinar se houve uma melhoria no rendimento do processo e se esta redução acarreta em menos consumo de produto químico e se o custo total da regeneração é reduzido.

4.4 MELHORIA PARA O MEIO AMBIENTE

Através dos resultados obtidos e comparando com o conceito de sustentabilidade e com as normas regulamentadoras, é possível analisar se o estudo trará melhorias para o meio ambiente com redução do consumo de recursos naturais e o condicionamento do pH.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aplicando a metodologia abordada pretende-se responder todos os objetivos geral e específico como será demonstrado.

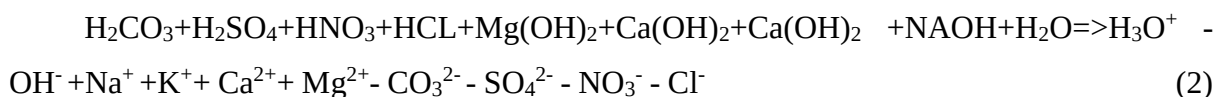
5.1 VOLUME DE SODA OU ÁCIDO DOSADO NO TANQUE PARA NEUTRALIZAÇÃO

Aqui demonstra-se os cálculos em etapas para obter o volume dosado no tanque para neutralizar o efluente.

5.1.1. Obtenção da equação química que descreve os cátions e ânions presentes no tanque

Aplica-se o princípio da eletroneutralidade, em que a concentração de cargas negativas em uma solução deve ser igual à concentração de cargas positivas, ou seja, a diferença entre a concentração de cargas positivas e negativas deve ser igual a zero (Oliveira, 2013). E usando as substâncias presentes da Tabela 5, obtemos uma equação para o balanço de carga distribuída SILVA (2011), Onde será utilizada para aplicar na equação 1.

Equação química obtida através do balanço de carga:



Observação: O intuito desta etapa é demonstrar os íons presentes no processo para uso da equação 1.

5.1.2. Cálculo do volume de ácido ou soda

Com as concentrações das substâncias e suas cargas efetivas e aplicando na equação 1 podemos calcular o volume dosado no tanque de neutralização como mostrado abaixo.

A tabela 7 descreve concentração molar dos cátions e ânions presentes no tanque de neutralização que são retirados da Tabela 6 ignorando os valores de hidrônio e oxidrila que são considerados pelo parâmetro ΔW_{at} da equação.

Tabela 7-concentração molar dos cátions e ânions presentes no tanque que serão inseridos na equação 1.

Substância	meq/l	mol/l	Substância	meq/l	mol/l
Cl ⁻	0,024	0,000024	Mg ²⁺	15	0,0075
NO ₃ ⁻	0,42	0,00042	Ca ²⁺	14,6	0,0073
SO ₄ ²⁻	183,356	0,09168	K ⁺	4,8	0,004761
CO ₃ ²⁻	13,8	0,0138	NA ⁺	404,89	0,40489

Fonte: Autor,2017.

Usando-se os valores de concentração desta reação como mostra a Tabela 7, aplica-se a equação 1 cujos parâmetros são calculados pelo suplemento alfa, sendo feito um algoritmo no Excel para obter o volume de soda ou ácido adicionado ao tanque de neutralização (OLIVIRA, 2013), como será demonstrado abaixo.

Depois de estimativas das concentrações usa-se as equações químicas presentes na Tabela 5 com seus respectivos valores de pKa's e aplica-se na equação 3 para obter a carga efetiva que é mostrada na tabela 8 abaixo:

Tabela 8-carga efetiva das reações químicas estimadas no efluente do tanque que serão inseridos na equação 1.

Substâncias	Carga efetiva pH=11,35	Carga efetiva pH=7	Substâncias	Carga efetiva pH=11,35	Carga efetiva pH=7
Cl ⁻	-1	-1	Mg ²⁺	1,768052003	0,999987
NO ₃ ⁻	-1	-1	Ca ²⁺	1,763924699	0,999986
SO ₄ ²⁻	-1	-0,99999	K ⁺	0,681321835	0,999979
CO ₃ ²⁻	-0,899116294	0,111423	NA ⁺	0,966488289	1

Fonte: OLIVEIRA,2013.

Substituído os valores das concentrações molares da Tabela 5 e cargas efetivas da Tabela 8 de suas respectivas substancias e aplicando na equação 6 obtem-se:

$q\Delta C = -0,015164$ M de ácido, pois o valor resultante é negativo.

Observação: A carga efetiva do ácido adicionado é uma estimativa, supondo o valor igual a $q = -0,999958492$ (adimensional) e assim calculando o valor abaixo de concentração molar de ácido.

$\Delta C = 0,015164$ M;

Aplicando a equação 8 e substituindo os valores, temos:

$311150.0,01516 = V_{2.18,3}$;

Então o volume de ácido para ser dosado no tanque para neutraliza-lo é 257,83 litros.

Comparando o valor calculado com a média das medições feitas no tanque após várias regenerações, pode-se concluir o grau de precisão do estudo.

A Tabela 9 demonstra alguns dos valores dosados no tanque de neutralização:

Tabela 9-Mostra os valores reais de ácido dosado no tanque de neutralização

Número de amostras	Valor dosado em Kg
1	468
2	576
3	584
4	464
5	508
6	586
7	463
8	633
9	510
Média± Desvio padrão	532,44±63,54

Fonte: Autor,2017.

O valor calculado está em litros e deve ser convertido para massa em Kg para comparar com o valor real, considerando que a densidade do ácido é 1,83 kg/l e multiplicando-o por 257,83 litros encontra-se a massa a ser adicionada de 471,83 kg de ácido sulfúrico.

Comparando o valor calculado com o valor médio e observando o desvio padrão, pode-se afirmar que o valor calculado é satisfatório.

Observação: comparando com OLIVEIRA (2016, P.52), no qual foi calculado um valor de 1652.22 litros, o método demonstrado neste estudo tem um valor muito mais próximo do valor real, o que complementa o trabalho anterior.

5.2 CUSTO E TEMPO DE OPERAÇÃO

De acordo com os métodos demonstrados acima, faz-se através de cálculos simples, baseados em dados segundo RIO (2016) e de dados experimentais, um comparativo do tempo e custo de operação do sistema, na tentativa de provar que com a aplicação dos métodos desta pesquisa é possível obter uma redução de tempo e consumo de produto químicos para produzir a mesma quantidade de água desmineralizada.

A Tabela 10 traz os tempos gastos para regeneração da cadeia:

Tabela 10-Mostra os valores medidos de ácido dosado no tanque de neutralização

Tapas da regeneração	Tempo em horas
Fase 1	0,05
Fase 2	0,05
Fase 3	0,366666667
Fase 4	0,383333333
Fase 5	0,033333333
Fase 6	0,533333333
Fase 7	0,166666667
Tempo total	1,583333333

Fonte: RIO,2016.

O tempo total para regenerar uma cadeia é de 1h e 35min aproximadamente.

Segundo CAVALCANTE (2009, p.230), o tempo de reação para equilibrar o pH de um efluente após dosagem de produto químico é entre 5 a 10 minutos, suponha-se que este tempo para o nosso caso seja de 10 minutos e que o operador precise dosar três vezes para obter pH entre 6,5 e 8,5, logo o tempo necessário para neutralizar o tanque é de, no mínimo, 30 minutos.

Agora considerando que o pH do efluente após três dosagens ficou abaixo da faixa de condicionamento e foi necessário dosar soda duas vezes, gastando 100kg de produto para neutraliza-lo perdendo-se 20 minutos para esta operação.

O tempo necessário para transferir este efluente do tanque de neutralização para o de equalização é de aproximadamente 53 minutos. Totalizando um tempo de 3h e 18min para finalizar o processo de recuperação do sistema de desmineralização.

Obviamente considerando o método de cálculo para prever eficazmente o volume a ser dosado no tanque, e considerando que a regeneração ocorre de maneira contínua, obtem-se o tempo para recuperação do sistema de desmineralização de água, sendo 2h e 11min. O que para este caso em particular demonstra uma redução de tempo e custo de operação.

A importância do tempo de recuperação do sistema de desmineralização menor é que o sistema fica liberado para regenerar a próxima cadeia.

5.3 MELHORIA PARA O MEIO AMBIENTE

Neste processo basicamente utilizam várias substâncias da natureza, como metais, borrachas, plástico, rochas, água e soluções químicas. Neste caso foca-se na redução de água e produtos químicos, pois ao reduzir o consumo de produtos químicos gera-se uma economia em escala global de água e substâncias químicas.

Segundo CONAMA (2013), os padrões específicos e condições para o lançamento direto de efluentes oriundos de sistemas de tratamento de esgotos sanitários é que o pH deve estar entre 5 e 9; o que é conseguido com o valor calculado do volume de ácido em que este efluente pode ser recuperado para natureza do ponto de vista de pH.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o estudo permitiu-se analisar o efluente do tanque de neutralização. Depois do processo de regeneração do sistema de desmineralização de água para operação da caldeira, foram observadas as reações das substâncias presentes e suas influências no pH. Avaliando assim o quanto este processo pode reduzir o consumo de produtos químicos e o tempo de operação, mostrando o uso consciente dos recursos naturais e sua influência na sustentabilidade.

De modo geral, utilizando os valores de concentrações das substâncias presentes no tanque de neutralização foram obtidas reações químicas na solução onde foi possível determinar a quantidade de ácido a ser dosado no tanque para neutralizar o efluente, com este valor determinou-se que o tempo de operação e custos de produção tem melhor rendimento. Assim a quantidade de água e produtos químicos foram reduzidos para o mesmo volume de água desmineralizada a ser produzida, contribuindo para sustentabilidade do meio ambiente.

Diante da proximidade do cálculo de ácido a ser dosado no tanque, comprovou-se que a equação química pode descrever o fenômeno, onde foi possível diminuir tempo de operação, custo de produção e a redução do consumo de recursos naturais, atribuindo assim sua colaboração positiva ao meio ambiente.

Na metodologia utilizou-se a princípio os valores das substâncias presentes no tanque de neutralização que foram obtidas através do conceito de adsorção, além disso, criou-se uma hipótese das reações químicas que ocorrem no efluente, no qual através dos valores das suas concentrações pode-se utilizar o algoritmo, que aplica o princípio da eletroneutralidade para calcular o volume de ácido dosado. Por fim, comparou-se os resultados ao conceito de sustentabilidade para comprovar o benefício a natureza.

No presente estudo simplificou-se a reação existente no tanque de efluentes, podendo ser utilizada nas próximas pesquisas a influência dos sais presentes, assim como obter suas concentrações.

Conclui-se que o objetivo geral desse estudo foi alcançado de forma positiva, tendo sido o condicionamento do pH da água obtido, comprovando uma melhor eficiência na recuperação do recurso da natureza.

REFERÊNCIAS

- AQUINO, Alexandre de. Água desmineralizada, um líquido puro e livre dos sais minerais. **Revista tratamento de águas e efluentes**. Ano 1, nº 04, dezembro de 2011. Disponível em: <http://www.revistatae.com.br/noticiaInt.asp?id=3371>. Acessado em: 05 de fevereiro de 2016.
- ALMEIDA, Alex Magalhães. **A Resina de Troca Iônica como extrator Multielementar em análise de solos para fins de fertilidade**. 1999, 121 f. Dissertação (mestre em Química) - Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/zeus/auth.php?back=http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000224260&go=x&code=x&unit=x>. Acessado em: 11 de Março de 2016.
- BORGES, Marisa Soares. **Tratamento de Águas e Efluentes Industriais**. Universidade Federal do Paraná, Curso Técnico de Petróleo, Paraná. 2008, 74 f. Disponível em: http://www.tecnicodepetroleo.ufpr.br/apostilas/petrobras/tratamento_de_aguas.pdf. Acessado em: 07 de fevereiro de 2016.
- BRAGA, Fuad Moura Guimarães. **Dupla Filtração em Filtros Ascendentes de Pedregulho e Filtros Descendentes de Areia Aplicada à Remoção de Algas: Influência da Taxa de Filtração e Granulometria do Filtro de Areia**. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Publicação PTARH.DM-084/05, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2005. 174 f. Disponível em: <http://ptarh.unb.br/downloads/dissertacoes/84-2005.pdf>. Acessado em: 08 de fevereiro de 2016.
- CARVALHO, Nelson. **Tratamentos de Águas e Efluentes**. Engenharia Ambiental, 2010. 52 f. Disponível em: <http://pt.slideshare.net/neoson/aula-13-tratamentos-fisicosquimico-2010>. Acessado em: 11 de Março de 2016.
- CASCÃO, Tomé Alexandre. **Efeitos da variação do pH da água em Ephemeroptera (Macroinvertebrados)**. Portugal: PCUP, 2015. Dissertação (Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto em Biologia e Gestão da Qualidade da Água). Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/83467/2/127530.pdf>. Acessado em 06 de outubro de 2017.
- CAVALCANTI, José Eduardow. de A. **Manual de Tratamento de Efluentes Industriais**. São Paulo, 2009.
- CERQUEIRA, Gustavo Auoar. et al. **A crise hídrica e suas consequências**. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, abril/2015 (Boletim do Legislativo nº 27, de 2015). Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/508678/Boletim_do_Legislativo_n.27_de_2015.pdf?sequence=1. Acessado em: 19 de outubro de 2017.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de

março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. RESOLUÇÃO No 430, de 13 de maio de 2011. Disponível em:
<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acessado em: 07 de outubro de 2017.

COMO a Água é Tratada. 2016, 2 f. Disponível em: <<https://www.caesb.df.gov.br/como-a-agua-e-tratada.html>>. Acessado em: 07 de fevereiro de 2016.

CONTROLE de Qualidade da água de abastecimento. 64 f. Disponível em:
 <<http://docplayer.com.br/7807519-Modulo-2-controle-de-qualidade-da-agua-de-abastecimento.html>>. Acessado em: 07 de fevereiro de 2016.

CRUZ, Luísa Paula Valente da. **Principais Técnicas de Tratamento de Águas Residuais**. 2016, 7 f. Disponível em: <http://www.ipv.pt/millennium/ect7_lpv.html>. Acessado em: 07 de fevereiro de 2016.

CUNHA, Osmar Ailton Alves. **Membranas de Ultrafiltração, Osmose Resinas de Troca Iônica para Tratamento de Água de Usos nas Indústrias Cosméticas e Farmacêuticas**. In: WOKSHOP, 48 f., 2015, São Paulo, 2015, p 1- 87. Disponível em:
<http://docplayer.com.br/1705193-Membranas-de-ultrafiltracao-osmose-reversa-resinas-de-troca-ionica-para-tratamento-de-agua-de-usos-nas-industrias-cosmeticas-e-farmaceuticas.html>. Acessado em: 10 de fevereiro de 2016.

DESMINERALIZAÇÃO com Resina Catiônica e Resina Aniônica. Portugal, 2010. 2f. Disponível em:
 <https://www.google.com.br/search?q=desmineraliza%C3%A7%C3%A3o&ie=utf-8&oe=utf-8&gws_rd=cr&ei=JZMqV5jCCouxwAS5uJ_wCA#q=desmineraliza%C3%A7%C3%A3o+da+%C3%A1gua+pdf>. Acessado em: 11 de Março de 2016.

DI BERNARDO, Luiz; BRANDÃO, Cristina Célia S.; HELLOR, Léo. **Tratamento de Águas de Abastecimento por Filtração em Múltiplas Etapas**. 2008. 121 f. Disponível em:
 <https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/aguas_de_abastecimento.pdf>. Acessado em: 10 de fevereiro de 2016.

ESTAÇÃO de Tratamento de Água (ETA) – Etapas. 2016, 2 f. Disponível:
 <<https://esquadraodoconhecimento.wordpress.com/ciencias-da-natureza/quim/estacao-de-tratamento-de-agua-eta-etapas/>>. Acessado em: 07 de fevereiro de 2016.

FRANÇA, Karime Cruz. **Criação de peixes ornamentais**. Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR, 2007. Disponível em:
<file:///C:/Users/VandersonCleiton/Downloads/Cria%C3%A7ao+de+peixes+ornamentais.pdf>. Acessado em 06 de outubro de 2017.

FILTROS para Remoção de Cloro. Disponível em:
 <<http://www.snatural.com.br/Filtro-Remocao-Cloro-Declorador.html>>. Acessado em 11 de Março de 2016.

FREITAS, Kátia Regina de. **Caracterização e Reuso de Efluentes do Processo de Beneficiamento da Indústria Têxtil**. Dissertação (Mestre em Engenharia Química), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, Fevereiro, 2002. 172 f.

Disponível em: <<http://abqct.com.br/artigost/artigoesp8.pdf>>. Acessado em 11 de Março de 2016.

GOMES, Marco Antônio Ferreira. **Água: sem ela seremos o planeta Marte de amanhã**. 2011. 4 f. Disponível em: <http://webmail.cnpma.embrapa.br/down_hp/464.pdf>. Acessado em: 05 de fevereiro de 2016.

GUERRA FILHO, D. **Águas Residuais: uma Alternativa Racional de Reúso**. Caderno UniFOA, Volta Redonda, ano 1, nº 1, jul. 2006. Disponível em: <<http://web.unifoa.edu.br/cadernos/edicao/01/17.pdf>>. Acessado em: 09 de Março de 2016.

GUIMARÃES, D. et al. **Tratamento de Efluentes Ácidos Ricos em Metais com Auxílio de Sulfeto Biogênico e Cal**. HOLOS, Ano 30, Vol. 3 - Edição Especial - XXV ENTMME / VII MSHNT, 2014. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/1812>>. Acessado em: 11 de Março de 2016.

JACOBI, Pedro. Meio Ambiente e Sustentabilidade. Disponível em: <<http://franciscoqueiroz.com.br/portal/phocadownload/desenvolvimento%20sustentavel.pdf>>. Acessado em: 05 de outubro de 2017.

LIRA, Rafael de Araújo. **Equilíbrio de Absorção de Glicomacropéptido (GMP) em Resina Aniônica e Análise Termodinâmica**. Dissertação (Título de Mestre em Engenharia de Alimentos), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga – BA, 2008. 68 f. Disponível em: <<http://www.lenntech.com.pt/calculadoras/-ion-exchange-calculator.htm>>. Acessado em: 11 de Março de 2016.

MACIEL, Renata; MOUSQUER, João Victor Magalhães. **Meio Ambiente e Sustentabilidade**. Disponível em: <<https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaoconhecimento/article/viewFile/2081/1739>>. Acessado em: 05 de outubro de 2017.

MELO, Rute Gisele; PASQUALETTO, Antônio. **O saneamento básico como forma preventiva da dengue em Aparecida de Goiânia – GO**. Departamento de Engenharia, Universidade Católica de Goiás, Goiás, 2008. 22 f. Disponível em: <http://www.tratamentodeagua.com.br/r10/Biblioteca_Detalhe.aspx?codigo=78>. Acessado em: 05 de fevereiro de 2016.

METCALF; EDDY. Tradução: Ivanildo Hespanhol; José Carlos Mierzwa. **Tratamento de Efluentes e Recuperação de Recursos**. 5ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

MERTEN, Gustavo H; MINELLA, Jean P. **Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura**. Agroecol. E Desenvol. Rur. Sustent. Porto Alegre, v3, n.4, out/dez 2002. Disponível em: <[https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/37100151/2371239d0aaf41e014681d6d437c79e7_f553b090dfd516bcc00c055844c42f21.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1507301253&Signature=vhJiuddvX8Q8jgosNCqz1oJhDc%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DPotencial de Reuso de Agua no Brasil.pdf](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/37100151/2371239d0aaf41e014681d6d437c79e7_f553b090dfd516bcc00c055844c42f21.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1507301253&Signature=vhJiuddvX8Q8jgosNCqz1oJhDc%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DPotencial+de+Reuso+de+Agua+no+Brasil.pdf)>. Acessado em: 06 de outubro de 2017.

MORAES, Danielle Serra de Lima; JORDÃO, Berenice Quinzani. **Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana**. Revista Saúde Pública 2002. Disponível em: http://taquari.emater.tcche.br/docs/agroeco/revista/ano3_n4/artigo2.pdf
Acessado em: 06 de outubro de 2017.

MORITZ, Denise Esteves. **Cromatografia Líquida - CIAE Unisul Análise Instrumental**. 77 f. Disponível em: <<http://slideplayer.com.br/slide/82460/#>>. Acessado em: 02 de Abril de 2016.

MESQUITA ALEXANDRE, Lilian Maria. **Meio Ambiente e Sustentabilidade**. Disponível em: http://www.cesadufs.com.br/ORBI/public/uploadCatalogo/09442425012013Fundamentos_de_Educacao_Ambiental_aula_03.pdf. Acessado em: 05 de outubro de 2017.

NASCIMENTO, Thálita Stefann R.; BOIJINK, Cheila de Lima; PÁDUA, Delma M. **Cantisani. Efeito do pH da água no equilíbrio iônico de alevinos de *Piaractus mesopotamicus***. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/681436/1/QAGUA06.pdf>. Acessado em 06 de outubro de 2017.

OLIVEIRA, André Fernando de. **Funções de interesse químico para Microsoft Excel**. Ed. UFV, São Paulo: Viçosa, 2013.

OLIVEIRA, Vanderson Cleiton. **Análise do efluente do tanque de neutralização do sistema de tratamento de água: um estudo de caso numa empresa do RN**. Mossoró: UFRSA/RN. 2016. 57f.

PINTO, Karla Gomes de Alencar. **Tratamento de Efluentes Industriais e Domésticos**. 1. ed. São Paulo: Campinas, 2009. Disponível em: [http://www.crq4.org.br/sms/files/file/Tratamento_%20de_%20efluentes_%20industriais_do_m%C3%A9sticos_crq2009%20\[Modo%20de%20Compatibilidade\].pdf](http://www.crq4.org.br/sms/files/file/Tratamento_%20de_%20efluentes_%20industriais_do_m%C3%A9sticos_crq2009%20[Modo%20de%20Compatibilidade].pdf). Acessado em: 08 de fevereiro de 2016.

SAMPAIO, Fernanda Garcia; BOIJINK, Cheila de Lima; RANTIN, Francisco Tadeu. **O uso do sulfato de cobre em ecossistemas aquáticos: fatores que afetam sua toxicidade em peixes de água doce**. Embrapa: São Paulo, Jaguariúna, 2013. p.101 – (Documentos / Embrapa Meio Ambiente; 91). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/963179/1/Doc91.pdf>
Acessado em: 06 de outubro de 2017.

SILVA, Lilian. **Química analítica avançada: Introdução**. 2011. Disponível em: <http://www.ufjf.br/baccan/files/2011/07/Aula-3-PG-Introducao-Volumetria-2S-2011-vers%C3%A3o-alunos.pdf>. Acessado em: 06 de setembro de 2017.

SOUZA, Walterler Alves de. **Tratamento de Água**. Natal: CEFET/RN, 2007. 151 f. Disponível em: <<http://memoria.ifrn.edu.br/handle/1044/287>>. Acessado em: 07 de fevereiro de 2016.

RIO GRANDE DO NORTE. **Descritivo de Operação e Automação**. Rio Grande do Norte, 2006. 63 f. Manual ETA/ Desmineralização).

TESTEZLAF, Roberto. **Filtros de Areia Aplicados à Irrigação Localizada: Teoria e Prática**. Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas – SP. V. 28, n 3, p. 604-613, julho/setembro, 2008. Disponível em:

https://www.researchgate.net/profile/Roberto_Testezlaf/publication/250983015_Filtros_de_areia_aplicados_irrigao_localizada_teorica_e_pratica/links/54ecb6a0cf2465f532ffb83.pdf.

Acessado em: 08 de fevereiro de 2016.

VANELLI, Carlos Alberto. **Conservação de Água em Refinaria de Petróleo: O caso da Revap**. 2004, 151 f., Dissertação (Mestre em engenharia de energia), Universidade Federal de Itajubá, Minas Gerais. Disponível em: <http://saturno.unifei.edu.br/bim/0030583.pdf>.

Acessado em: 11 de Março de 2016.

VIEIRA, André de Ridder. **Água para Todos: Livro das Águas**. Brasília: WWF- Brasil, 2006. 68f. Disponível em:

http://www.redeambientalescoteira.org.br/arquivos/wwf_livro_das_aguas.pdf.

Acessado em: 07 de fevereiro de 2016.

WATER Conditioning Manual. São Paulo. 93f. Acessado em: 15 de Março de 2016.

YAGINUMA, Sandra Regina. **Extração e Purificação Parcial de Inulina a partir de Yacon (*smallanthus sonchifolius*) por Adsorção em Resinas de Troca Iônica**. 2007, 76 f. Dissertação (mestre em Engenharia de Alimentos), Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina. Disponível em:

<http://www.pgeal.ufsc.br/files/2011/01/Disserta%C3%A7%C3%A3o-SandraYaginuma.pdf>.

Acessado em: 11 de Março de 2016.

ZASSO, Maria Aparecida de Carvalho. et al. **Meio ambiente e sustentabilidade**. Ed. Unijuí. Rio Grande do Sul: Ijuí, 2014. – 148 p. – (Coleção educação a distância. Série livro-texto). Disponível em:

<http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3241/Meio%20ambiente%20e%20sustentabilidade.pdf?sequence=1>. Acessado em: 05 de outubro de 2017.