

**CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA(CIAGA)  
APREFEIÇOAMENTO PARA OFICIAIS DE MAQUINAS(APMA)**

**TRATAMENTO SANITÁRIO POR OMNIPURE 55**

**MARCOS RODRIGUES DE MECENAS**

**RIO DE JANEIRO  
2013**

**MARCOS RODRIGUES DE MECENAS**

**TRATAMENTO SANITÁRIO POR OMNIPURE 55**

Monografia apresentada como exigência para obtenção do grau de Especialização em APREFEIÇOAMENTO PARA OFICIAIS DE MAQUINAS(APMA) da CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA(CIAGA).

Orientador: RICARDO DE LIMA  
BARRETO

(Professor do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha e Especialista em Perícia e Gestão Ambiental pela UFRJ-2004)

**RIO DE JANEIRO  
2013**

## BANCA EXAMINADORA

Orientador: **:Prof.** Ricardo de Lima Barreto

Nota: \_\_\_\_\_

1º Examinador: \_\_\_\_\_

2º Examinador: \_\_\_\_\_

Rio de Janeiro, 13 de Setembro de 2013.

## DEDICATÓRIA

Dedico essa monografia a aqueles que buscam a todo momento ampliar seus conhecimentos e a todos os Mestres do CIAGA (Centro de Instrução Almirante Graça Aranha) os quais levam suas experiências e conhecimento na formação e qualificação de todos os marítimos que por aquela instituição passam.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, aos meus pais, a minha família, que me ajudaram e deram suporte a confecção desta monografia e ao meu orientador Ricardo de Lima Barreto pelo seu conhecimento compartilhado

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo abordar o tema: TRATAMENTO SANITÁRIO POR OMNIPURE 55. Dessa forma, abordaremos sobre o equipamento Omnipure 55, cada etapa que compõe o processo de tratamento sanitário e sua importância num sistema mais amplo para embarcação. Ou seja, o contexto ambiental o qual o Omnipure virá a otimizar e atender em primeiro lugar a legislação ambiental, internacional e nacional, e em segundo lugar a embarcação na facilidade de gerenciamento da manutenção e processamento dos efluentes a bordo. É preciso enfatizar que o presente estudo terá seu escopo no equipamento Omnipure 55, preocupando-se com seu funcionamento, a fim de clarear com mais objetivo seu propósito, inovação e peculiaridade que o equipamento veio trazer a bordo das instalações marítimas. Já o contexto ambiental que será tratado aqui, trará informações importantes a respeito do processamento final de qualquer equipamento que processa efluentes a bordo e um comparativo dos limites de tolerância deste processamento comparando a eficiência do Omnipure frente a exigências desses limites determinados pelos órgãos internacionais e nacionais.

**Palavras-chave:** Tratamento Sanitário, Omnipure 55, Embarcação, Instalações Marítimas, Legislação internacional, Legislação Nacional, Efluentes.

## ABSTRACT

This work aims to address the issue: Sanitary Treatment by OMNIPURE 55. Thus, we will focus on the equipment Omnipure 55, each stage comprising the sanitary treatment process and its importance in the broader system for the ship. The environmental context which the Omnipure will optimize and meet first environmental law, international and domestic, and secondly the vessel to facilitate maintenance management and processing of effluents on board. Necessary to emphasize that this study will its scope in equipment Omnipure 55, worrying about their operation in order to clarify its purpose more objective, innovation and uniqueness that the equipment came to bring on board Facilities Maritime. The environmental context will be treated here, bring important information about the final processing of any equipment that processes waste on board and a comparative tolerance limits of this process by comparing the efficiency of these requirements Omnipure against these requirements limits set by international and national organizations.

**Keywords:** Health Care, Omnipure 55, Vessel.Maritime Facilities, Legislation International, Legislation Nacional, Efluentes.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Padrões para lançamentos de efluentes.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Figura 2 - tabela comparativa.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Figura 3 - Mariner Omnipure 55 series.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Figura 4 - Gráfico Absorção X Comprimento de Onda.....	18
Figura 5 - Planta Industrial .....	20
Figura 6 - Sensor UV/VIS .....	26
Figura 7 - Célula Galvânica.....	29
Figura 8 - Célula Eletrolítica.....	30
Figura 9 - Corrente X Tensão.....	31
Figura 10 - Célula.....	32
Figura 11 - Permeabilidade .....	33
Figura 12 - Célula Eletrolítica .....	36
Figura 13 - Tanque V-1 .....	38
Figura 14 - Processo de eliminação de espuma .....	39
Figura 15 - EC Reactor.....	40
Figura 16 - Processo .....	41
Figura 17 - processo .....	42
Figura 18 - processo .....	43
Figura 19 - Processado Final .....	44
Figura 20 - Extração de Sólidos Remanescentes .....	45
Figura 21 - Processo de formação de sólidos e como são capturados 1 .....	47
Figura 22 - Processo de formação de sólidos e como são capturados 2 .....	48
Figura 23 - Processo de formação de sólidos e como são capturados 3 .....	49
Figura 24 - Processo de formação de sólidos e como são capturados 4 .....	50
Figura 25 - Processo de formação de sólidos e como são capturados 5 .....	51
Figura 26 - Diagrama em bloco do processo de tratamento .....	52

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	9
2 ESGOTO: O PROBLEMA .....	11
2.1 Resoluções Nº 357 e Nº 430 do CONAMA .....	13
3 A VANTAGEM DE USAR O OMNIPURE 55 .....	15
4 EQUIPAMENTO LAYOUT E MEDIDOR TOTAL DE COMPOSTO ORGÂNICO....	16
5 MONITORAÇÃO E ANÁLISE DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO.....	27
6 PASSOS DO PROCESSO DE TRATAMENTO NA UNIDADE OMNIPURE 55 SEIES.....	38
7 TRATAMENTO DOS SÓLIDOS REMANESCENTES.....	46
8 DIAGRAMA EM BLOCO DO PROCESSO DE TRATAMENTO .....	52
9 CONCLUSÃO.....	54
REFERÊNCIAS.....	56

## LISTA DE ABREVIATURAS

Abreviatura	Significado
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DBO	Demanda Biológica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
IMO	International Maritime Organization
MARPOL	Convenção Internacional para a Prevenção de Poluição por Navios ,1973, como alterada pelo Protocolo de 1978
MEPC	Comitê de Proteção do Meio Ambiente Marinho (IMO)
STDN	Severn Trent De Nora
USCG	United States Coast Guard
TSS	Total de Sólidos em Suspensão
nm	Nanômetro

## GLOSSÁRIO

Termo	Conceito
Águas cinzas	Águas oriundas de pias, chuveiros, máquinas de lavar pratos, lavanderias, também chamadas de águas servidas.
Águas negras	Águas oriundas dos sistemas sanitários incluindo vasos e Mictórios
Demanda biológica de oxigênio(BOD)	Uma medida da “força” poluidora do efluente ou esgoto considerado pode ser dada pela demanda biológica de oxigênio (DBO) que se define como a quantidade de oxigênio dissolvido, consumido na incubação de um dado efluente, por determinado tempo, a 20° C. Se o período for de cinco dias chama-se de DBO5.
Demanda química de oxigênio(COD)	Demanda química de oxigênio (DQO) é a indicação do oxigênio necessário para oxidar a carga orgânica de um efluente e define-se como sendo igual ao número de miligramas de oxigênio que um litro de amostra do efluente absorverá de uma solução ácida e quente de dicromato de potássio. Como várias substâncias são oxidadas nestas condições, a DQO é normalmente maior que a DBO. Sua principal vantagem sobre a DBO é que é mais fácil e rápida para determinar.
Descarte	A descarga, lançamento, vazamento ou despejo de rejeitos para o mar provenientes de unidade marítima ou embarcação.
Nanômetro	Nanômetro é uma medida, e muita usada para medir o tamanho de processadores.

## 1 INTRODUÇÃO

OMNIPURE Série 55 é o único sistema de tratamento de efluentes de esgoto em embarcações que oxida numa célula eletroquímica, bem como gera hipoclorito de sódio para a desinfecção das correntes de esgoto. Omnipure Série 55 unidades de tratamento de esgoto marinhos oferece tratamento eletrolítico eficaz de água, tanto preto e cinza através de um processo patenteado e certificado. OMNIPURE Series 55 variam em capacidade de tratamento de até 65 m<sup>3</sup> / dia (17 mil litros / dia) e as unidades individuais que podem ser combinados para aumentar a capacidade. O OMNIPURE 55 têm mantido os "recursos-chave" do projeto original, incorporando um avançado processo eletrolítico que impõe certas mudanças físicas e químicas para o fluxo de esgoto que passa através do sistema de tratamento, resultando nos requisitos de qualidade do efluente de águas residuais bem abaixo do MEPC.159 (55). Os sistemas de patente pendente da Série OMNIPURE 55 receberam a certificação da Sociedade Classificadora Bureau Veritas para a resolução IMO MEPC.159 (55) e USCG Certificado de Aprovação para MEPC.159(55). Estas unidades são fabricados especificamente para as instalações navais e offshore, que exigem operação permanente ou de longo prazo para o tratamento de esgoto marinho. O design robusto do OMNIPURE Series 55 linha costeira de unidades é bem adequado para os rigores de instalações em plataforma industrial. Manutenção mínima, pequena pegada de equipamentos e as embalagens leves, faz a série OMNIPURE 55 uma solução de longo prazo para o tratamento de águas residuais em uma variedade de instalações offshore e marítimo.

STDN ganhou Tipo de Certificação para o Series 55 Omnipure através da Classificadora :Bureau Veritas (BV).

Os inspetores do Bureau Veritas estavam presentes em todos os testes de processo crítico realizada, bem como a verificação do certificado do laboratório de ensaio utilizado para a certificação.

Os requisitos de teste para a unidade Omnipure incluíram:

Testes em terra, operação contínua por 10 dias com uma alimentação crua de águas residuais de 500mg / l (mínimo) DBO, TSS e coliformes fecais carregamento sendo mantida.

Amostragem regimento produzindo quatro amostras por dia para cada um dos componentes acima.

22,5 ° inclinações equipamentos em todas as quatro direções, mantendo o funcionamento normal.

#### OMNIPURE Series 55 Benefícios do Sistema

- Fácil de instalar, operar e serviço
- pacote Leve
- Manutenção mínima
- sem tanques adicionais ou equipamentos para filtração
- Funciona sob demanda, instantânea operação liga-desliga.
- Operação segura do sistema de manipulação de sólidos

Segundo a IMO a embarcação pode despejar esgoto não tratado a partir de 12 milhas da costa. Esta emissão não deve ser feita, no entanto, de uma só vez. É necessário que o esgoto seja lançado a uma taxa moderada e a embarcação esteja se deslocando a uma velocidade mínima de 4 nós. Os padrões para a taxa de lançamento são dadas em função do que é exigido pela IMO.

Para seleccionar tais unidades, é necessário que estas atendam aos requisitos da IMO, tais como requisitos para pH, concentração de partículas sólidas e etc.

## 2 ESGOTO: O PROBLEMA

O descarte de esgoto no mar pode criar um perigo para a saúde. Esgoto também pode levar a depleção de oxigênio e pode ser uma poluição visual óbvia nas zonas costeiras -. Um grande problema para os países com indústrias turísticas As principais fontes de esgotos humanos produzidos são baseados em terra - como esgotos municipais ou estações de tratamento. No entanto, o despejo de esgoto no mar dos navios também contribui para a poluição marinha.

### Anexo IV da MARPOL

O anexo IV contém um conjunto de normas relativas à descarga de esgotos para o mar a partir de navios, incluindo os regulamentos sobre equipamentos e sistemas dos navios para o controle de descarga de esgoto, o fornecimento de instalações de portos e terminais para a recepção de efluentes e requisitos para vistoria e certificação. Ele também inclui um Certificado Internacional de Prevenção modelo Esgoto Poluição a ser emitida pelas administrações nacionais de navegação para navios sob sua jurisdição. Considera-se geralmente que, em alto mar, os oceanos são capazes de assimilar e lidar com o esgoto bruto por ação bacteriana natural. Portanto, as normas constantes do Anexo IV da MARPOL proibi o despejo de esgoto no mar a uma determinada distância da terra mais próxima, a menos que eles têm em operação uma estação de tratamento de esgoto aprovado. Governos são obrigados a assegurar o fornecimento de instalações de recepção adequadas nos portos e terminais para recepção de efluentes.O Anexo entrou em vigor em 27 de Setembro de 2003. A versão revista do anexo IV foi adotado em 1 de Abril de 2004 e entrou em vigor em 1 de Agosto de 2005. O Anexo revisto se aplica a novos navios que efetuam viagens internacionais de arqueação bruta de 400 e acima, ou que são certificados para transportar mais de 15 pessoas. Os navios existentes são obrigados a cumprir as disposições da revisão do Anexo IV cinco anos após a data de entrada em vigor do Anexo IV, ou seja, desde 27 de setembro de 2008. O anexo requer navios a serem equipado com uma unidade aprovada de tratamento de esgoto ou um esgoto aprovado pelo processo de trituração e desinfecção do sistema ou um tanque de esgoto; descarga de esgoto no mar é proibida, exceto quando o navio tem em funcionamento uma estação de tratamento de esgoto aprovado ou

quando o navio estiver descarregando esgoto cominutiva e desinfetados com um sistema aprovado a uma distância de mais de três milhas náuticas da terra mais próxima. Esgoto que não é triturado ou desinfetados tem de ser descarregada a uma distância de mais de 12 milhas náuticas da terra mais próxima. A MEPC também adotou um padrão para a taxa máxima de descarga de águas residuais não tratadas a partir de tanques de retenção quando a uma distância igual ou superior de 12 milhas náuticas da terra mais próxima (ver resolução MEPC.157 (55) ). Em julho de 2011, o Comité para a Proteção do Meio Marinho, em sua sexagésima segunda sessão, adotou as alterações mais recentes ao MARPOL Anexo IV por resolução MEPC.200 (62) que entrou em vigor em 1 de Janeiro de 2013. A alteração introduz o Mar Báltico como zona especial nos termos do Anexo IV e acrescenta novas exigências de descarga de navios de passageiros, enquanto em uma área especial. A descarga de esgoto de navios de passageiros dentro de uma área especial será geralmente proibida sob as novas regras, exceto quando o navio tem em funcionamento uma estação de tratamento de esgoto, que deve ser de um tipo aprovado pela Administração Nacional.

A MEPC em sua sexagésima primeira sessão no Outono de 2010 reconheceu que as orientações revistas para a aplicação de padrões de efluentes e testes de desempenho para Tratamento de esgotos (ver resolução MEPC.159 (55)), que foram aprovadas em Outubro de 2006 e que se aplicam ao tratamento de esgoto plantas instaladas a bordo em ou após 1 de Janeiro de 2010, seria necessário atualizar tendo em vista as novas exigências do Anexo IV mencionado acima. Assim, MEPC 61 instruiu o Sub-Comitê de Ship Design e equipamentos para a realização deste trabalho. O Sub-Comitê, em sua quinquagésima quinta sessão, em março de 2011, concordaram em estabelecer um Grupo de Correspondência sobre a revisão da Resolução MEPC.159 (55), que fez um bom progresso no desenvolvimento das orientações revistas. Na sua quinquagésima sexta sessão, em fevereiro de 2012, o Sub-Comitê concordou, em princípio, para um projeto de resolução MEPC em diretrizes para a aplicação de padrões de efluentes e testes de desempenho de Estações de Tratamento de Esgoto, que foi elaborado por um grupo de trabalho criado naquela sessão. No entanto, não foi encontrado consenso sobre o nitrogênio total e os padrões de remoção de fósforo para navios de passageiros que pretendam descarregar efluente de esgoto em áreas especiais.

## 2.1 Resoluções Nº 357 e Nº 430 do CONAMA

### RESOLUÇÃO Nº 357 DO CONAMA, DE 17 DE MARÇO DE 2005

Resolução do CONAMA que aprimora as diretrizes para a proteção dos corpos de água criadas em 1986.

### RESOLUÇÃO Nº 430 DO CONAMA, DE 13 DE MAIO DE 2011

Resolução do CONAMA que aperfeiçoa as condições e os padrões para descarte de efluentes líquidos estabelecidas pela Resolução Nº 357 do CONAMA, de 17 de março de 2005.

No Brasil, O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente-SISNAMA, que foi instituído pela Lei 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, regulamentada pelo Decreto 99.274/90. Por meios de Resoluções, O CONAMA trata de deliberação vinculada a diretrizes e normas técnicas, critérios e padrões relativos à proteção ambiental e ao uso sustentável dos recursos ambientais. E é por esse ato, que deve-se dar uma atenção as Resoluções 357 de 2005 e 430 de 2011, as quais determinaram condições e padrões de lançamento de efluentes por qualquer fonte poluidora; esses padrões podem ser visto na tabela abaixo retirado da Resolução 357, apenas como exemplo.

TABELA X - LANÇAMENTO DE EFLUENTES	
PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0,5 mg/L As
Bário total	5,0 mg/L Ba
Boro total	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,2 mg/L Cd
Chumbo total	0,5 mg/L Pb
Cianeto total	0,2 mg/L CN
Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu
Cromo total	0,5 mg/L Cr
Estanho total	4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fe
Fluoreto total	10,0 mg/L F
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
Mercurio total	0,01 mg/L Hg
Níquel total	2,0 mg/L Ni
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N
Prata total	0,1 mg/L Ag
Selênio total	0,30 mg/L Se
Sulfeto	1,0 mg/L S
Zinco total	5,0 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Clorofórmio	1,0 mg/L
Dicloroetano	1,0 mg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,5 mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Tetracloroeto de Carbono	1,0 mg/L
Tricloroetano	1,0 mg/L

Figura 1- Padrões para Lançamento de Efluentes  
Fonte: Resolução CONAMA 357/2005.

A importância do conhecimento desses padrões, ou até mais abrangente, conhecer na íntegra as Resoluções, é de suma importância para qualquer empresa que lida com lançamento de efluentes tratados, pois a não conformidade com os parâmetros pode acarretar na perda da licença ambiental ou sua renovação, e com isso, para uma atividade marítima, principalmente plataformas de perfuração, pode até levar a perda de contrato devido a não conformidade com padrões da legislação ambiental nacional, e claro, até sofrer sanções penais previstas em leis.

### 3 A VANTAGEM DE USAR O OMNIPURE 55

**SEVERN  
TRENT  
DE NORA**

## Effluent Discharge Standards

Comparison of MSD Standards				OMNIPURE Series 55*
Standard	USCG	IMO Previous	IMO MEPC.159(55)	
BOD5 (Mg/l)	n/a	50	25	14.6
Suspended Solids (Mg/l)	150	100	35	15.2
Thermotolerant Coliforms/100 ml	200	250	100	11.1
COD (Mg/l)	n/a	n/a	125	35.7
Residual Chlorine (Mg/l)	n/a	n/a	> 0.5	0.13
pH Value	n/a	n/a	6.0 -8.5	7.28

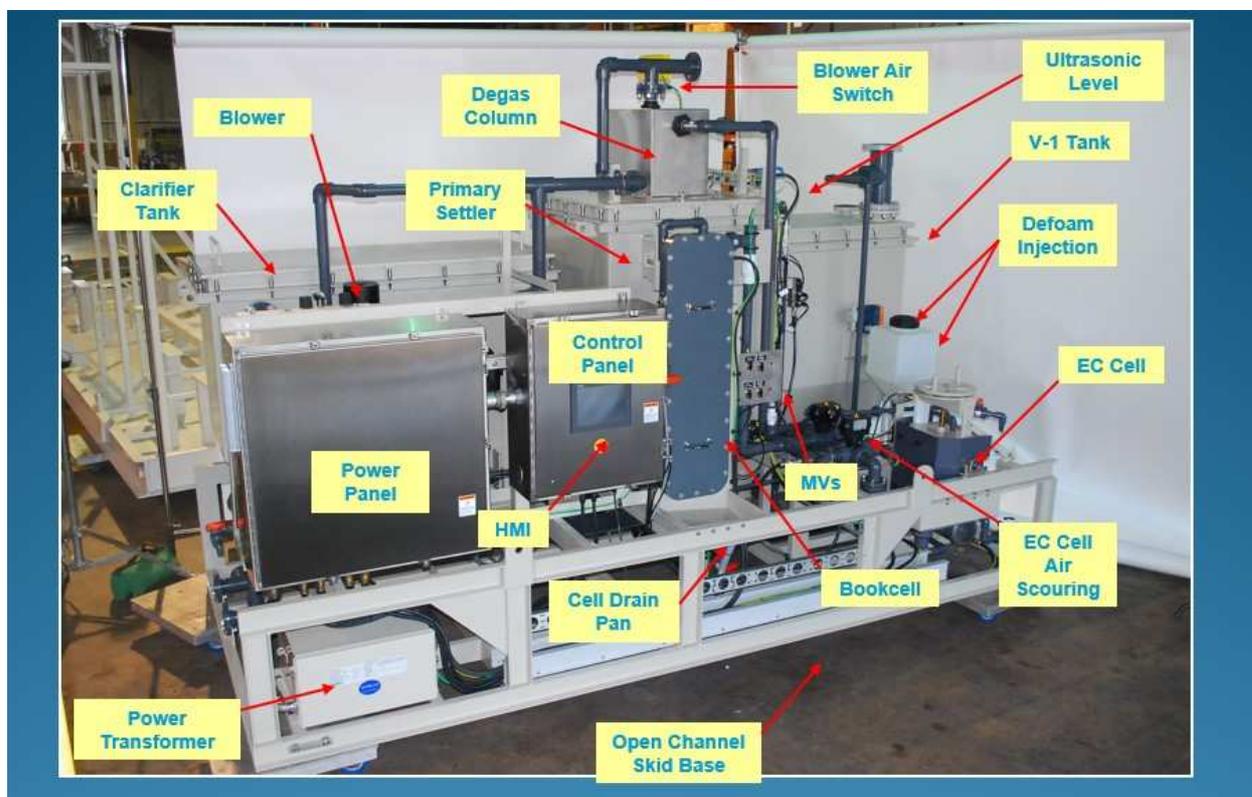
\* Results are Geometric Mean of 40 samples taken over 10 days of testing. OMNIPURE Series 55 systems exceed the treatment requirements of the IMO MEPC.159(55) regulation.

**Figura 2-Tabela Comparativa.  
Fonte: Severn Trent de Nora.**

O quadro acima faz um comparativo entre os limites de tolerância por parte das resoluções IMO, USCG (United States Coast Guard) e a unidade Omnipure 55 series, em relação a resíduos encontrados no descarte final do tratamento de efluentes a bordo.

Pode-se notar uma significativa redução das tolerâncias praticadas tanto pela IMO como pela USCG, os quais podemos ter como padrões no mundo no que tange a seriedade em relação a qualquer derramamento de resíduos no Mar. De fato, a unidade Omnipure veio mostrar a grau de seriedade e conhecimento no assunto do fabricante Severn Trent de Nora no mundo, e levar mais competitividade para aqueles que venham entrar nesse mercado de equipamentos para tratamento de efluentes.

#### 4 EQUIPAMENTO LAYOUT E MEDIDOR TOTAL DE COMPOSTO ORGÂNICO.



**Figura 3- Mariner Omnipure 55 series**  
**Fonte: Severn Trent de Nora.**

Blower-Soprador

Degas Column- Coluna de Desgaseificar

Blower Air Switch- Interruptor do Soprador de Ar

Primary Settler- Decantador Primario( Colonizador Primario)

Ultrasonic Level- Indicador Ultrassônico de nível

V-1 Tank- Tanque V1

Defoam Injection-Injeção de anti-espuma

EC Cell- Célula de Eletrocoagulação

BookCell-Livro de Células

Cell Drain Pan- Dreno da Célula

Power Transformer-Transformador

Open Channel Skid Base- Base estrutural aberta

EC Cell Air Scouring- Expurgo de Ar da Célula de Eletrocoagulação

MV's-Válvulas de Manutenção

Power Panel-Painel de força

Medidor do Total de Composto Orgânico:

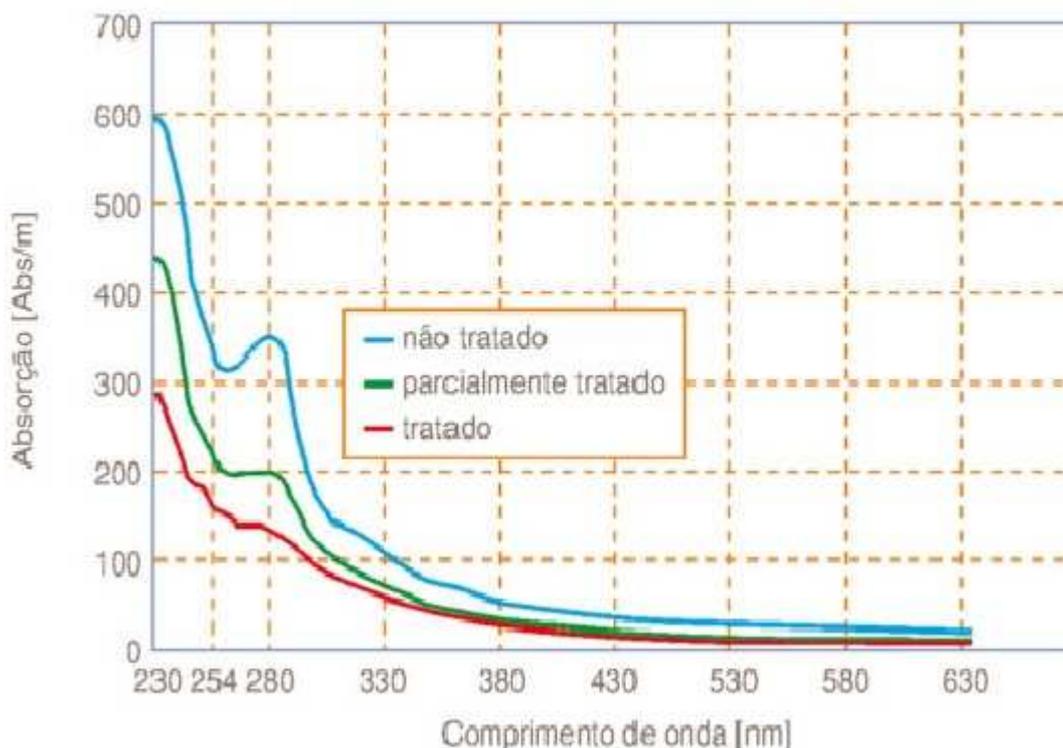
Usualmente são usados os parâmetros: TOC (Total Organic Compound), DOC (Dissolved Organic Carbon), COD (Chemical Oxygen Demand) ou BOD (Biological Oxygen Demand) para medir a carga orgânica da água. O TOC é a quantidade total de carbono em termos orgânicos, o DOC por sua vez, contém somente a parte orgânica dissolvida do TOC. O COD representa todas as substâncias que podem ser digeridas por oxidação química. O BOD compreende somente os compostos que podem ser oxidados microbiologicamente. Assim, torna-se claro que os parâmetros não são idênticos e os valores numéricos determinados não podem ser iguais. Os valores medidos dependem especificamente do tipo e da qualidade do processo de digestão, ou ainda, da completa remoção dos sólidos.

O coeficiente espectral de absorção, SAC (Spectral Absorption Coefficient) é um parâmetro que pode ser determinado com mais facilidade. Isto acontece porque a maioria dos compostos orgânicos absorve radiação dentro da faixa do espectro do ultravioleta. Assim, a intensidade de atenuação da luz pode ser relacionada com a carga orgânica. Esta correlação é significativa em meios com baixas taxas de variação em sua composição em relação à: cor, sólidos e suas características ópticas.

O efluente, todavia, contém muitas substâncias com características ópticas completamente diferentes. Para cada substância, deve ser considerado e aplicado um diferente fator de correlação. Portanto, a medição somente em um comprimento de onda específico, por exemplo 254 nm (nanômetros), pode trazer erros na medição, especialmente se a matriz do processo mudar. A Figura 5 mostra o espectro de absorção de amostras de efluentes em uma planta de tratamento.

O espectro de absorção deste processo de tratamento mostra uma absorção máxima na região de 280 nm que é causada pelas substâncias biodegradáveis dissolvidas (elas são degradadas durante o processo de limpeza; após o pico de absorção desaparece quase que completamente). Se a medição fosse realizada

somente em 254 nm estes compostos não estariam sendo medidos, pois neste range a absorção é causada quase que exclusivamente pelos sólidos e não existe correlação com os componentes dissolvidos degradáveis neste comprimento de onda.



**Figura 4- Gráfico Absorção X Comprimento de Onda**  
Fonte: Site Mecatrônica.

#### A medição

Os primeiros métodos para a determinação do TOC foram desenvolvidos para correlacionar as informações obtidas a partir da demanda química de oxigênio (COD) e da demanda biológica de oxigênio (BOD) tanto no tratamento de água potável quanto no de efluentes.

Os métodos para a determinação de TOC foram desenvolvidos para serem mais eficientes do que os testes de COD e BOD, os quais requerem a utilização de reagentes químicos potencialmente perigosos, além de um tempo consideravelmente grande para a obtenção do resultado, tipicamente vários dias.

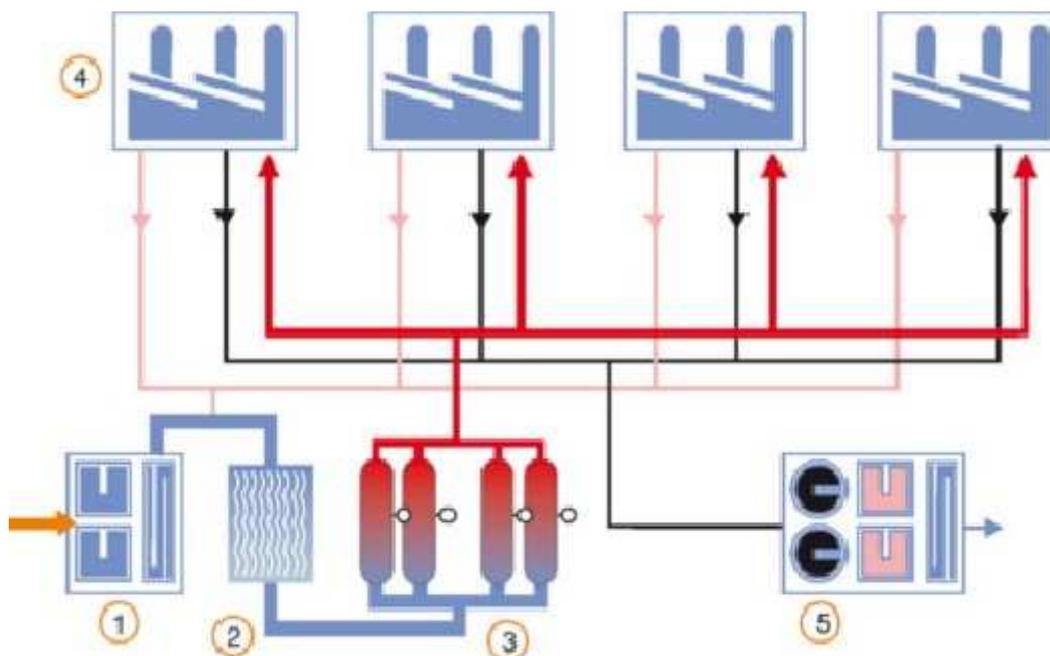
Atualmente os órgãos reguladores dos governos vêm tornando a análise de TOC

um teste padrão para as águas industriais de todos os tipos. Por exemplo, nos EUA, a EPA (Environmental Protection Agency) instituiu como norma a monitoração de todos os sistemas de tratamento de água potável. Sendo que a principal razão para isto é que, usualmente, os processos de tratamento de água potável utilizam cloro como principal agente desinfetante e este tem potencial para reagir com alguns compostos orgânicos na água e formar hidrocarbonetos clorinados, os quais são associados a formação de alguns tipos de atividades cancerígenas.

A monitoração da água potável faz sentido quando falamos de efluentes, uma vez que muitos processos industriais utilizam esta fonte de água como principal entrada para a alimentação dos processos. Assim sendo, a monitoração desta água de alimentação é crítica para a manutenção da eficiência de qualquer processo de purificação. As características da água como dureza, particulados, nível de bactérias, condutividade, e TOC influenciam significativamente nos processos de tratamento que vêm nos estágios a seguir.

O segmento industrial da geração de energia a partir de usinas termelétricas reconhece o carbono orgânico como um contribuinte significativo nas causas de corrosão. Alguns compostos de carbono encontrados na água são uma fonte para a formação de ácidos corrosivos, que podem reduzir a vida útil de caldeiras, reatores e lâminas de turbinas. A água de alta pureza é absolutamente necessária para a operação contínua das planta de geração de energia.

As unidades de negócio dentro das grandes plantas industriais são responsáveis pela sua produtividade e eficiência, baseadas, por exemplo, no consumo de vapor. A Figura 5 mostra um exemplo de interação entre os diversos processos em uma grande planta industrial. Configuração típica de uma unidade de negócio: A água da fonte subterrânea ou estatal é tratada (1), então é polida (2). O vapor é gerado (3) e distribuído para cada unidade de negócio na planta (4). Após o uso, o vapor retorna para ser polido novamente ou tratado como efluente (5).



**Figura 5-lanta Industrial**  
**Fonte: Site Mecatrônica Atual.**

Figura 5 – Exemplo de interação entre processos em uma planta industrial.

É muito mais caro fazer o tratamento inicial do que o polimento. Assim sendo, a água é polida novamente e recirculada tantas vezes quanto o possível. Após o uso, se o vapor for enviado para a estação de tratamento de efluentes, passa a ser considerado como consumido e a unidade operacional responsável fica com todo o custo causado pelo seu uso.

Os níveis de TOC em água ultrapura, como a utilizada na fabricação de semicondutores, é a maior causa de defeitos neste tipo de indústria e, atualmente, a redução nas dimensões a que estes componentes estão sujeitos e o constante aumento na densidade dos circuitos eletrônicos desafiam a demanda por uma água cada vez mais pura. Os fabricantes de semicondutores têm que monitorar os níveis de TOC em todos os estágios da purificação de água, com uma importância até maior que no ponto de uso, uma vez que mesmo a mais leve alteração no nível de TOC pode afetar a qualidade da produção. Assim sendo, este segmento industrial já

incorporou a monitoração on-line, que permite uma visão geral de todo o processo de purificação da água. Para ter uma idéia, neste segmento os níveis de monitoração e controle de TOC estão abaixo de 1ppb.

Na indústria farmacêutica, as leis atuais exigem um rigoroso controle do TOC na água a ser utilizada na fabricação de remédios e de injetáveis. A medição de TOC é um reflexo direto na qualidade da água que está sendo produzida e pode ter um impacto significativo nos processos de manufatura de drogas medicinais.

#### Os métodos de medição de TOC (para água ou efluente)

Os métodos para determinação de TOC compartilham do mesmo princípio químico básico de conversão de material carbonado em uma dada amostra para uma forma que é mais fácil de medir, tal como CO<sub>2</sub>. A oxidação e as tecnologias de detecção variam baseadas em métodos de análise específicos e cada técnica é apropriadamente aplicada para diferentes níveis de TOC.

#### A medição direta

O TOC é um importante teste para o processo de tratamento de água potável como indicador do potencial de desinfecção e de formação de subprodutos. Nos processos de tratamento de efluentes, o TOC é também importante para o teste de COD e encontra aplicação como padrão no pré-tratamento de esgotos domésticos, limitações na descarga de efluentes e águas provenientes de processos industriais. Usualmente, os testes colorimétricos de TOC determinam a quantidade total de carbono orgânico não volátil presente na amostra. O método é baseado na digestão/difusão controlada em um tubo de vidro selado. O carbono da amostra é oxidado em dióxido de carbono pela oxidação com persulfato. O dióxido de carbono se difunde em uma solução indicadora de pH colorimétrica onde é convertido em ácido carbônico. A mudança de cor resultante é proporcional à concentração de carbono presente na amostra.

## A reação química

As moléculas de carbono inorgânico são removidas da amostra através da manutenção do valor do pH em 2, utilizando um buffer e agitando-se vigorosamente por 10 minutos:

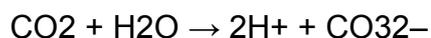
TOC = Total Carbono – Carbono inorgânico

É adicionado um volume específico de amostra tratada e persulfato de potássio em um recipiente contendo uma solução ácida de reagente de digestão. Então é adicionada uma solução indicadora de TOC no recipiente. Então o conjunto é selado e digerido a 103–105° C por duas horas.

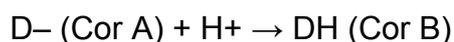
Na presença de persulfato ácido e com o aumento da pressão e a elevação da temperatura, o carbono orgânico é oxidado em dióxido de carbono. Por exemplo, na digestão de persulfato de uma amostra, a reação química é:



O CO<sub>2</sub> existente se difunde e é então agregado a uma solução aquosa contendo o indicador de pH. O CO<sub>2</sub> absorvido forma ácido carbônico de acordo com a reação:



O indicador de pH (antes da absorção de CO<sub>2</sub>) está na sua forma básica. Conforme aumenta o nível de CO<sub>2</sub> absorvido, o nível do íon hidrogênio também aumenta, resultando em um aumento da forma básica do indicador:



A concentração do carbono na amostra é proporcional a alteração de cor, sendo portanto sensível a qualquer alteração na cor A ( $\Delta D^-$ ), ou na cor B ( $\Delta DH$ ) ou na soma ( $\Delta D^- + \Delta DH$ ).

## A medição on-line

A integração dos dados da planta industrial começa pela implantação e integração de elementos básicos da Tecnologia da Automação (Atuadores e Sensores), capazes intervir no processo e detectar o estado de operação do mesmo. Nesta camada, encontram-se elementos, como sensores de nível, de pressão, de temperatura, de fim de curso, válvulas, inversores, motores, bombas, entre outros.

Em uma camada superior (Controladores), a integração dos dados da planta é realizada por meio de sistemas de controle (e.q SDCD ou CLPs) . Toda planta industrial precisa de algum tipo de controlador para garantir uma operação segura, estável e economicamente viável.

Os controladores monitoram o estado real do processo, recebendo sinais dos sensores físicos presentes em pontos estratégicos. As grandezas físicas (e.q. pressão, temperatura e vazão) são transformados em sinais discretos (ligado ou desligado) ou contínuos (pressão, nível, vazão, entre outros)

Dessa forma, as informações monitoradas , podem ser supervisionadas a todo momento e também ligadas a sistemas supervisórios mais avançados e até chegar ao conhecimento da alta gerência, sem precisar estar no local para efetuar a medição .

Para a determinação do TOC on-line, todos estes parâmetros requerem complexos procedimentos para digestão onde são utilizados equipamentos analisadores com sistemas automáticos de preparação de amostra, ou com a utilização de novas técnicas já disponível a análise com métodos fotométricos, a seguir daremos exemplos de diferentes técnicas de análise para a determinação de TOC.

## Aplicações em campo

Os sensores on-line por método fotométrico são utilizados na determinação do carbono sendo os seus resultados utilizados para fins de controle e monitoração dos

processos.

### O princípio de medição dos sensores UV/VIS

Os sensores de UV/VIS (ultravioleta/luz visível) operam baseados no princípio da espectrometria. Assim, uma solução aquosa é percorrida por feixe luminoso que reagirá com qualquer substância absorvente contida em uma amostra. A absorbância do feixe luminoso é medida em diferentes comprimentos de onda, sendo assim determinado as concentrações das substâncias presentes na amostra.

### Determinação da concentração / substância

Cada comprimento de onda onde ocorre a absorbância caracteriza a substância presente na amostra. Neste caso os sensores medem toda a faixa do espectro desde o ultravioleta até o comprimento da luz visível.

Os valores medidos são determinantes e contém informações de alto valor do ponto de vista dos dados. O equipamento determina os resultados através de cálculos realizados na memória. Os cálculos são baseados em métodos e características que foram obtidos a partir de múltiplas e demoradas análises nos mais diversos processos.

O usuário pode, todavia, selecionar algoritmos que se adaptem ao local da medição (entrada, saída, etc.) tendo uma alta correlação com os parâmetros básicos de COD.

O procedimento espectral tem uma vantagem adicional: a turbidez da amostra, que afeta as medições ópticas, é compensado de forma otimizada sobre uma ampla faixa de comprimentos de onda. Assim, são obtidos resultados em mg/l de COD. Uma correlação conhecida entre o parâmetro COD e um de seus parâmetros correlacionados TOC, DOC ou BOD (a ser selecionado) pode ser ajustado para ser utilizado como leitura direta, por exemplo, mg/l TOC.

Os pontos de medição mais importantes em uma planta de tratamento de efluentes são a entrada e a saída. Para determinar a carga de entrada da planta, o sensor deve ser posicionado na entrada. A carga da saída é normalmente baixa. Com um sensor instalado na saída, pode-se monitorar muito bem a performance da capacidade de limpeza desta planta.

Estes sensores apresentam como principais características:

- O sensor mede diretamente no processo. Não é necessário fazer o transporte ou o tratamento da amostra.
- Não existe "tempo morto" entre a amostragem e o resultado da análise. Os valores são disponibilizados imediatamente.
- Os resultados são extremamente precisos devido a análise espectral dos ranges de UV/VIS.
- A compensação de interferentes e turbidez são muito eficientes, pois é baseada na informação espectral – mais eficaz que a medição com duplo feixe!
- Virtualmente livre de manutenção quando o sensor apresenta limpeza automática com ar.
- O sistema óptico trabalha sem o uso de consumíveis

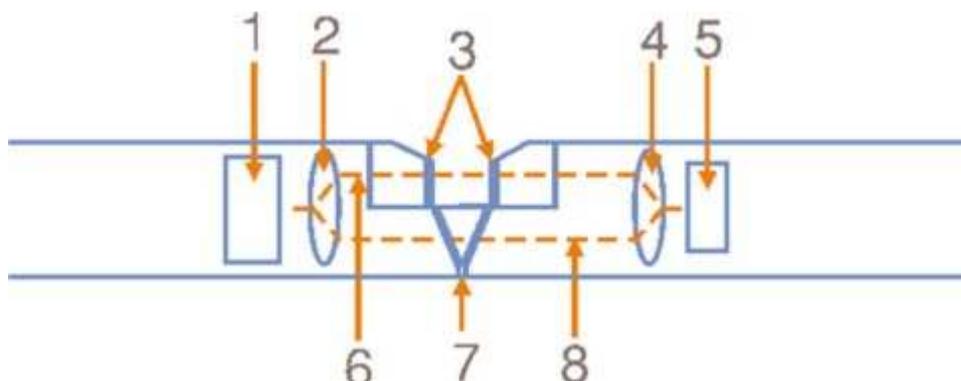
A estrutura do sensor

Um sensor UV/VIS (Figura 6) contém uma fonte de luz (1), um espaço livre onde é realizada a medição (3) e onde é permitido o contato da amostra com a luz e o detector (5) para a medição do feixe de luz atenuada.

O emissor do sistema óptico (2) direciona o feixe de luz (6), através da solução em análise e um segundo feixe de luz, o feixe de referência (8), por uma distância sem a solução de análise. A amostra fica entre as janelas de medição (3) localizada

no espaço livre.

O receptor do sistema óptico (4) direciona o feixe de medição e o de referência para o detector. No detector, a luz é recebida e convertida em sinal elétrico por foto diodos.



**Figura 6- Sensor UV/VIS**  
**Fonte: Site Mecatrônica Atual.**

Figura 6 – Estrutura básica de um sensor UV/VIS. Fonte de luz (1), lentes do sistema óptico (2), janelas de medição (3), lentes do sistema óptico (4), detector (5), feixe de medição (6), orifícios de limpeza com sistema de ar comprimido (7) e feixe de referencia (8).

## 5 MONITORAÇÃO E ANÁLISE DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO.

A medição contínua e confiável do oxigênio dissolvido ( trata-se do oxigênio dissolvido em água residual ou outro líquido, geralmente expresso em miligramas por litro, partes por milhão ou percentagem de saturação; é requerido para a respiração dos microorganismos aeróbios e de todas as outras formas de vida aeróbias) assumiu uma importância vital nos processos de tratamento de efluentes. Somente a medição “online” pode apresentar os valores e as variações das medições de forma contínua e disponível ao longo de todo o período de operação do processo de tratamento; Uma vez que se trata de uma variável dinâmica, está informação torna-se imprescindível para uma operação eficiente do processo de tratamento.

Em um trabalho de remoção de nutrientes biológicos dentro de um processo de tratamento, a eficiência do processo de purificação, tanto na fase de “Nitrificação” quanto na fase de “Desnitrificação” é determinada principalmente pela performance do sistema de controle da aeração que estabelece o controle da “carga” de oxigênio no tanque de tratamento.

Na presença de oxigênio dissolvido, a bactéria nitrificante converte amônia em nitrato. A atividade dos microorganismos dependem da concentração de oxigênio, que por razões econômicas usualmente são limitadas em cerca de 2 mg/l.

Neste ponto aparece o principal fator de importância da monitoração “on-line” e da sua aplicação no controle do processo, pois através da informação do analisador de oxigênio dissolvido pode-se controlar o ciclo de funcionamento dos aeradores para o mínimo necessário à manutenção da concentração desejada, o que irá reduzir o consumo de energia do processo e conseqüentemente trazer a redução do custo operacional.

Todavia os níveis de oxigênio não podem cair muito, pois isto causaria um efeito negativo para o processo durante o estágio de denitrificação. Por este motivo, uma concentração mínima de O.D. deve ser mantida para uma total nitrificação do lodo

ativado.

## OS ANALISADORES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO

A análise do oxigênio dissolvido é realizada para que através de um sensor colocado diretamente no processo possa-se determinar a quantidade de oxigênio presente numa água ou efluente aquoso. Os analisadores apresentam resultados expressos em uma das seguintes unidades de concentração:

- mg/l
- ppm
- % de saturação

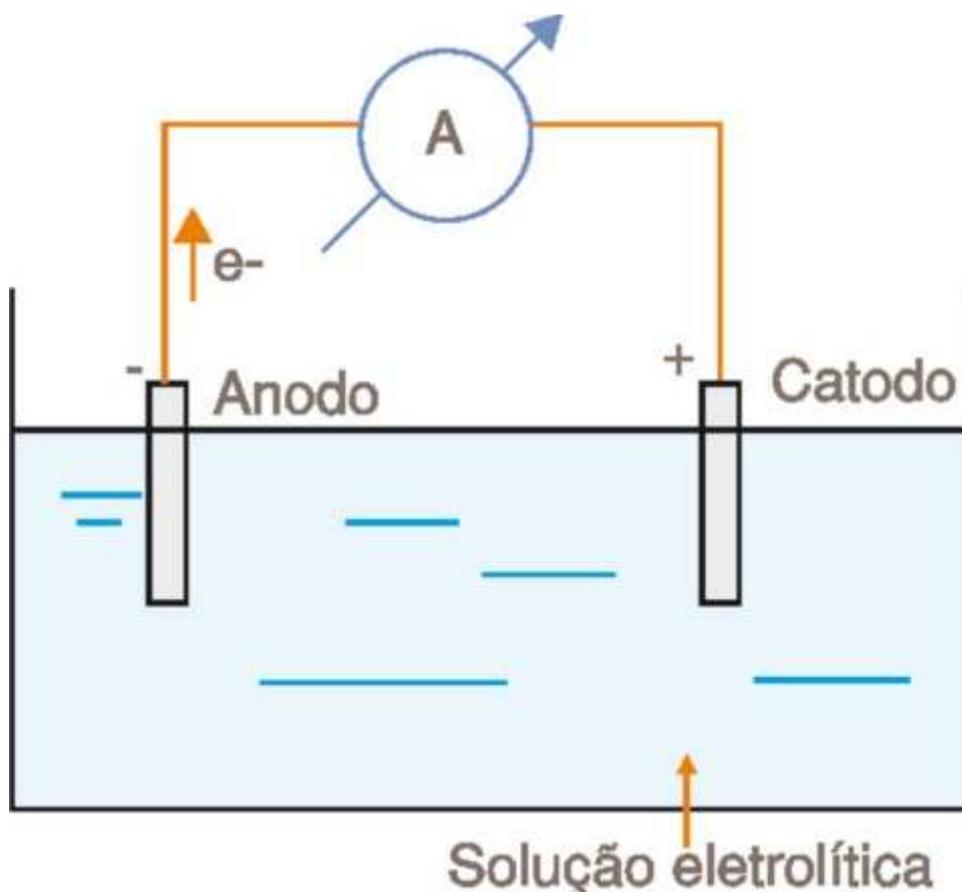
A medição de oxigênio dissolvido pode ser feita por diferentes tipos de sensores, entre os quais:

- célula galvânica de membrana;
- célula galvânica de contato direto;
- célula eletrolítica de membrana;
- célula eletrolítica de contato direto;

### Célula Galvânica

Nesta tipo de célula se processam reações eletroquímicas no sistema eletrodo / eletrólito, quando os dois eletrodos são interligados por meio de um circuito elétrico externo.

As reações que ocorrem na célula produzem uma corrente que circula pelo circuito externo, veja modelo na Figura 7.



**Figura 7- Célula Galvânica**  
**Fonte: Site Mecatrônica.**

Figura 7 – Esquema de funcionamento de uma célula galvânica

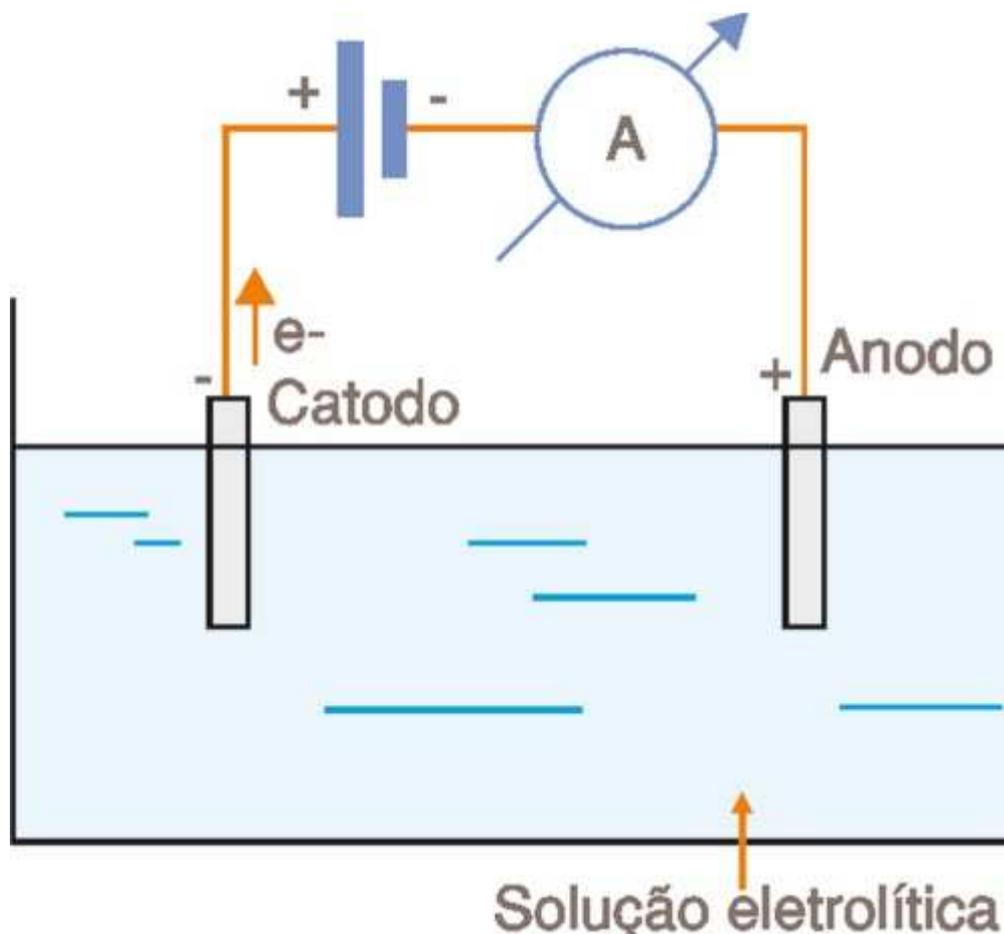
A intensidade de corrente que circula pelo circuito externo depende da:

- composição da solução eletrolítica;
- natureza dos eletrodos;
- temperatura;
- forma como é constituída a célula.

Célula Eletrolítica

Na célula eletrolítica, uma fonte de tensão ligada em série com os eletrodos

provoca a reação eletroquímica no sistema eletrodo / eletrólito, observe modelo na Figura 8.



**Figura8- Célula Eletrolítica.**  
**Fonte: Site Mecatrônica.**

Figura 8 – Esquema de funcionamento de uma célula eletrolítica.

A intensidade de corrente que circula pelo circuito externo depende dos mesmos fatores da célula galvânica.

O nível da fonte de tensão deve ser ajustado a um valor que possibilite a redução, no cátodo de uma determinada espécie química, presente na solução.

A relação entre a corrente e a tensão aplicada é exemplificada na Figura 9.



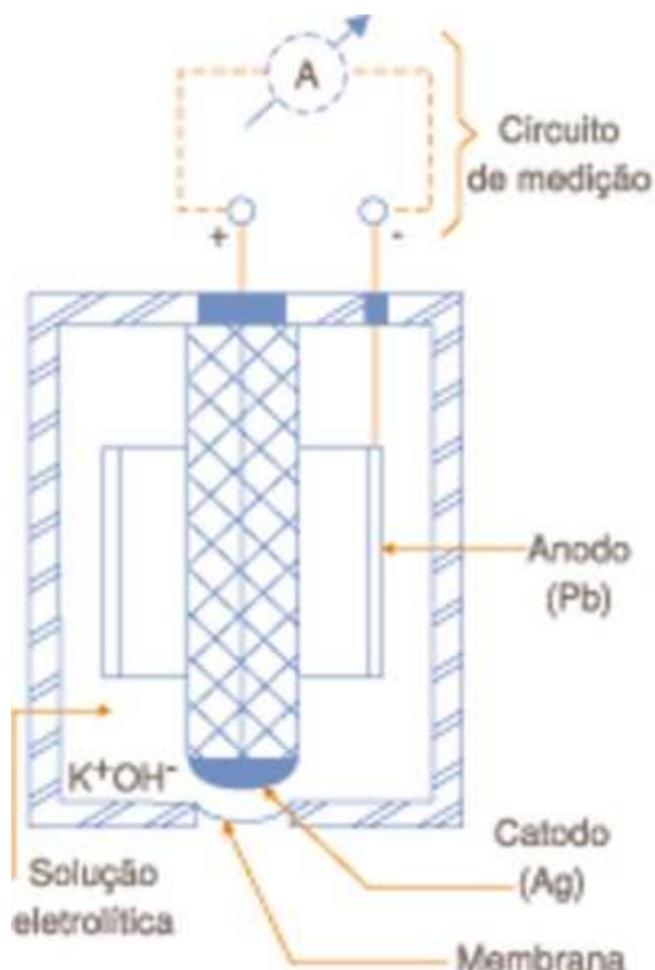
**Figura 9 - Corrente X Tensão**

**Fonte: Site Mecatrônica.**

Figura 9 – Corrente em função da tensão aplicada

O valor da tensão “ E “ necessária para redução corresponde aproximadamente ao ponto médio “ P “ da região AB. A altura do platô é proporcional à concentração da espécie química.

A Célula galvânica de membrana é constituída por um eletrodo de Chumbo (Pb) e um eletrodo de prata (Ag), imersos numa solução eletrolítica de hidróxido de potássio (KOH). Uma delgada membrana (PTFE, polipropileno) separa a solução eletrolítica da solução em medição, evitando o contato direto. Veja e a Figura 10

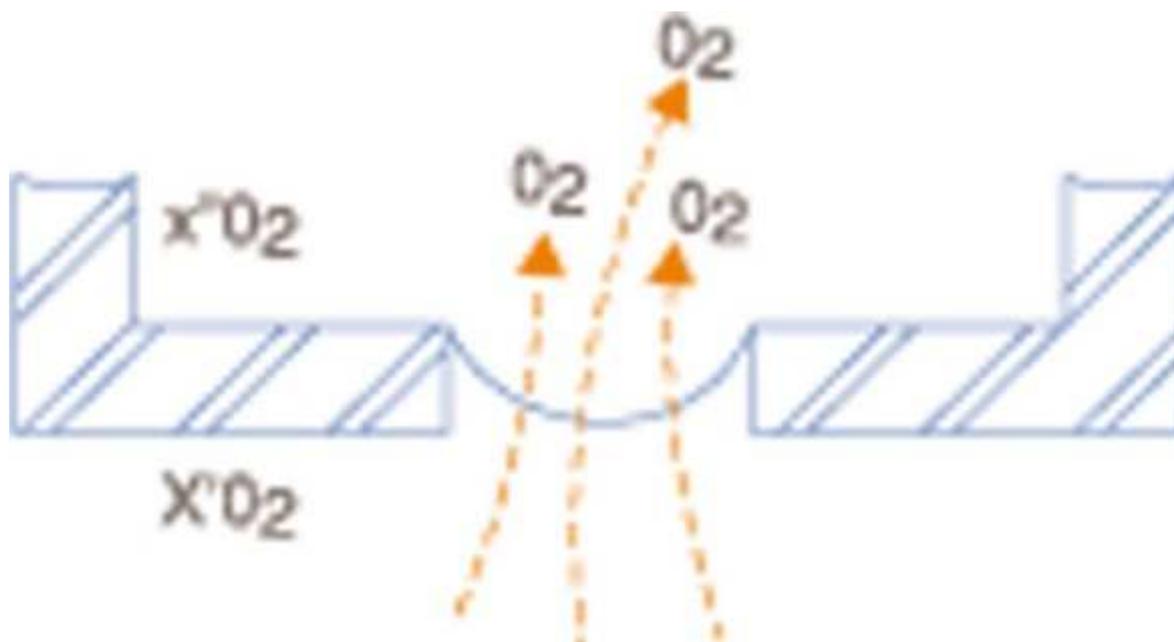


**Figura 10 - Célula**  
Fonte: Site Mecatrônica.

Funcionamento:

- Para explicar como a célula responde, consideremos que ela entre em contato com uma solução aquosa que contenha oxigênio dissolvido.

- O oxigênio presente na amostra permeia pela membrana, dissolvendo-se na solução eletrolítica, isto ocorre porque a fração molar do oxigênio na amostra é maior que a fração molar de oxigênio na solução eletrolítica. Figura 11.



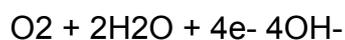
**Figura 11 - Permeabilidade**  
 Fonte: Site Mecatrônica Atual.

- Devido ao oxigênio que migrou para o interior da célula, ocorrem simultaneamente as seguintes reações:

no ânodo:



no cátodo:



- Observa-se a oxidação no ânodo com o surgimento de um potencial elétrico nesse eletrodo. O circuito externo permite o transporte de elétrons para o cátodo, ocasionando a redução do oxigênio em presença de água, formando íons hidroxila.

- Quanto mais oxigênio dissolvido na amostra, maior a sua permeação e mais oxigênio é reduzido no cátodo, consumindo mais elétrons do ânodo. O incremento na corrente é medido pelo circuito externo.

- Com a diminuição da concentração de oxigênio dissolvido, ocorre o processo inverso ao exposto anteriormente.

Observação:

- O cátodo e a solução eletrolítica não se alteram, devido às reações que se processam na célula. O ânodo, porém, se corroe (oxidação) numa intensidade proporcional à quantidade de oxigênio dissolvido presente na amostra. Dessa oxidação resultam íons  $Pb^{++}$  (que na presença de íons  $OH^-$  (meio alcalino) provocam a formação de uma película sobre o eletrodo.

Tal fenômeno implica na necessidade de limpeza periódica da célula quando sua construção permitir.

- A permeabilidade da membrana não é específica para o oxigênio, uma vez que o deslocamento de moléculas desse gás se dá pelos espaços vazios (poros diminutos) na estrutura molecular da membrana.

Logo, outros gases podem também migrar pela membrana.

A velocidade com que esse processo ocorre fica por conta do diâmetro molecular do gás e da temperatura. É conveniente lembrar que a resposta da célula varia apenas em função do oxigênio, que se difundiu pela membrana. Portanto, a presença de outras substâncias na forma gasosa não deve interferir, a menos que estas substâncias eventualmente venham a reagir com componentes internos da célula.

Característica:

- A resposta da célula é afetada pela temperatura, pois a dissolução e os potenciais dos eletrodos são fenômenos dependentes dessa variável física.

Para minimizar a interferência, é incorporado à célula um sensor de temperatura, que possibilita a compensação automática.

- O tempo de resposta da célula deve aumentar com o uso, pois o depósito de partículas no lado externo da membrana dificulta a permeação do oxigênio. A limpeza ou substituição da membrana resolve esse problema.

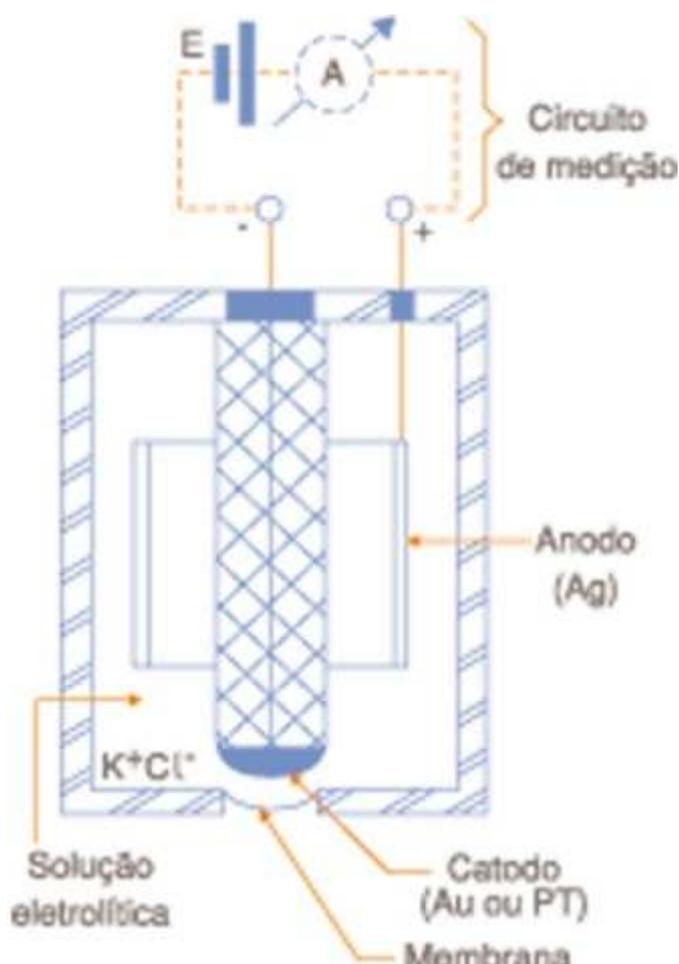
- A resposta da célula é absoluta, porque na ausência de oxigênio dissolvido as reações não se processam e, portanto, a corrente não circula pelo circuito externo. Por essa razão, os analisadores não possuem ajuste de zero, mas apenas de "span".

### Célula Eletrolítica de Membrana

A célula eletrolítica de membrana é constituída por eletrodo de prata (Ag) e um eletrodo que pode ser de ouro (Au) ou platina (Pt), imersos numa solução eletrolítica, geralmente de cloreto de potássio (KCl).

Uma membrana delgada (PTFE, polipropileno) separa a solução eletrolítica da solução em medição, evitando o contato direto.

Em termos construtivos, a célula eletrolítica é semelhante à célula galvânica, conforme exibido na Figura 12.



**Figura 12 - Célula Eletrolítica**  
 Fonte: Site Mecatrônica Atual.

Para explicar como a célula responde, consideremos que ela entre em contato com a solução aquosa que contenha oxigênio dissolvido:

- O oxigênio presente na amostra permeia pela membrana, dissolvendo-se na solução eletrolítica.

O mecanismo em questão é igual ao da célula galvânica de membrana.

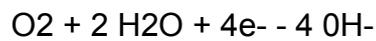
- Ajustando a fonte de tensão " E " para 0 volts, constata-se que nenhuma reação se processa na célula.

- Ajustando a fonte de tensão para um valor entre 0,7 e 0,8 volts, ocorrem simultaneamente as seguintes reações:

no ânodo:



no cátodo:



- A fonte de tensão fornece elétrons ao cátodo para que a reação de redução do oxigênio seja possível. O ânodo é então "forçado" a ceder elétrons para a fonte, o que só é possível com a oxidação da prata e formação do cloreto de prata (AgCl).

- Quanto mais oxigênio dissolvido na amostra, maior a sua permeação e mais oxigênio é reduzido no cátodo, consumindo mais elétrons na fonte de tensão. O circuito externo mede o aumento de corrente.

- Com a diminuição da concentração de oxigênio dissolvido, ocorre o processo inverso ao exposto anteriormente.

## 6 PASSOS DO PROCESSO DE TRATAMENTO NA UNIDADE OMNIPURE 55 SEIES

Para melhor ilustrar o processo das novas unidades de tratamento, vamos começar no ponto de entrada de esgoto e trabalhar através do sistema até o ponto de descarga de efluentes:

Passo 1:

O esgoto entra na unidade de do tanque V-1, por meios convencionais, em que uma bomba de recirculação que mistura o volume para uma consistência firme.



**Figura 13 - Tanque V-1**  
**Fonte: Severn Trent de Nora.**

Etapa 2:

O esgoto é removido do V-1 do tanque, macerado, através da bomba de maceração (macerator pump), e enviado para o Bookcell. Uma linha de retorno de esgoto está ainda incluído, o mesmo que nas unidades de pré-2010

Passo 3:

O efluente de água do mar e são misturados antes do medidor de fluxo Bookcell, na proporção de 1:1.

**Passo 4:**

Ao sair do Bookcell, o fluxo do processo é injetado com um agente defoam(anti-espuma), para controlar o excesso de gás acumulado.



**Figura 14- Processo de eliminação de espuma**  
**Fonte: Severn Trent de Nora.**

**Passo 5:**

O processo passa então através da célula do reator de eletrocoagulação(CE), desde a base até o topo. O reator opera CE nesta posição vertical para ajudar a eliminar o gás e caso não possível, mantê-lo estrangulado, e para fornecer um fluxo de efluentes sem a presença desse gás na mistura e atravesse a célula.

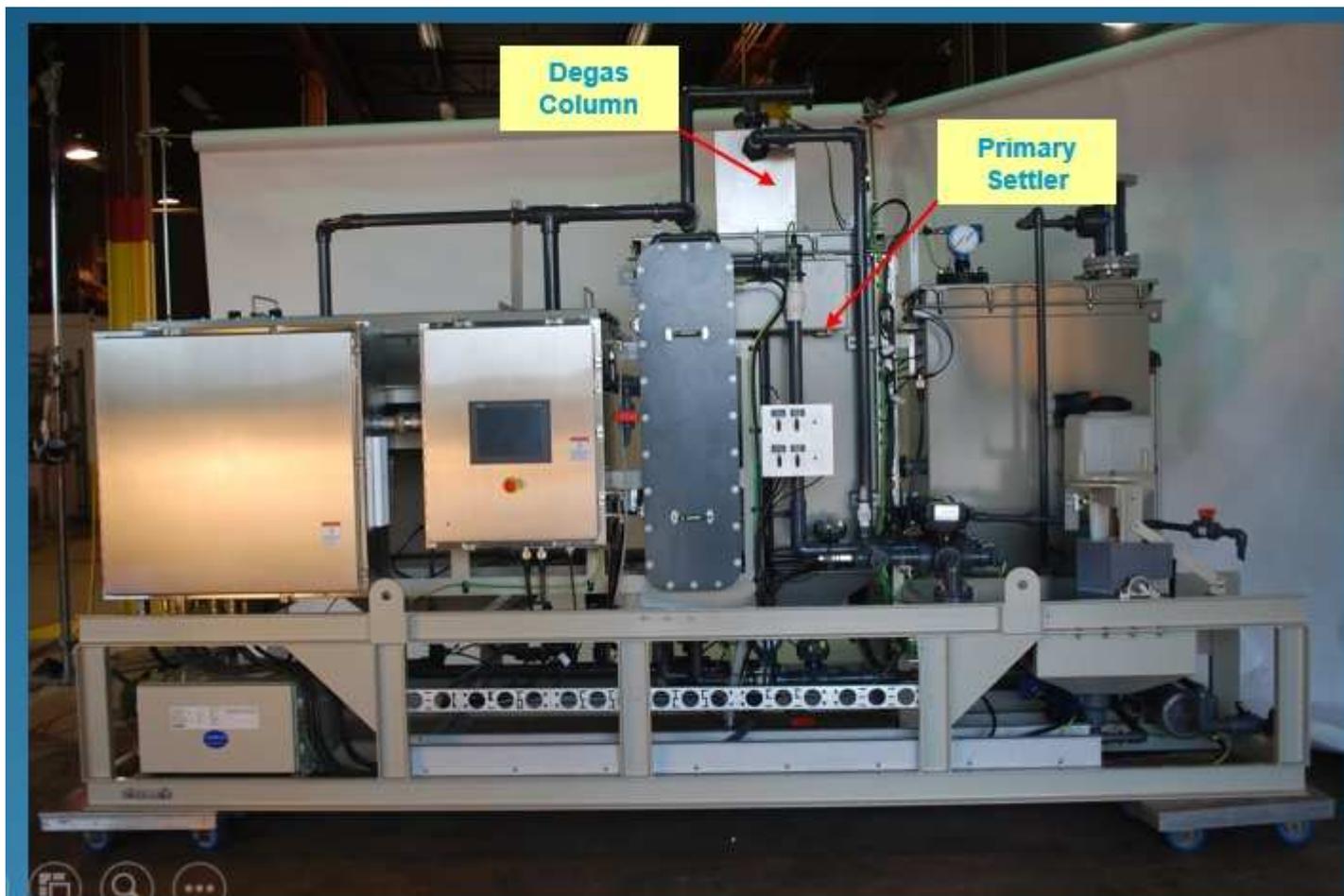


**Figura 15- EC Reator.**  
**Fonte: Severn Trent de Nora.**

**Passo 6:**

Ao sair da célula CE, a corrente do fluido do processo, juntamente com o gás estrangulado remanescente, canaliza este gás para o topo do tanque do colonizador primário, para a coluna de degaseificação. Dentro da coluna degas é uma grande área de superfície coalescente pacote (pvc).

O fluxo de entrada vai em cima este pacote em forma de 'chuvas' para dentro do Colonizador. Isto faz duas coisas, faz com que os gases a sair do líquido e permite a queda "chuva" de água de processo a cair sobre a superfície do líquido no tanque, mantendo o líquido repousado.



**Figura 16 - Processo**  
**Fonte: Severn Trent de Nora.**

**Passo 7:**

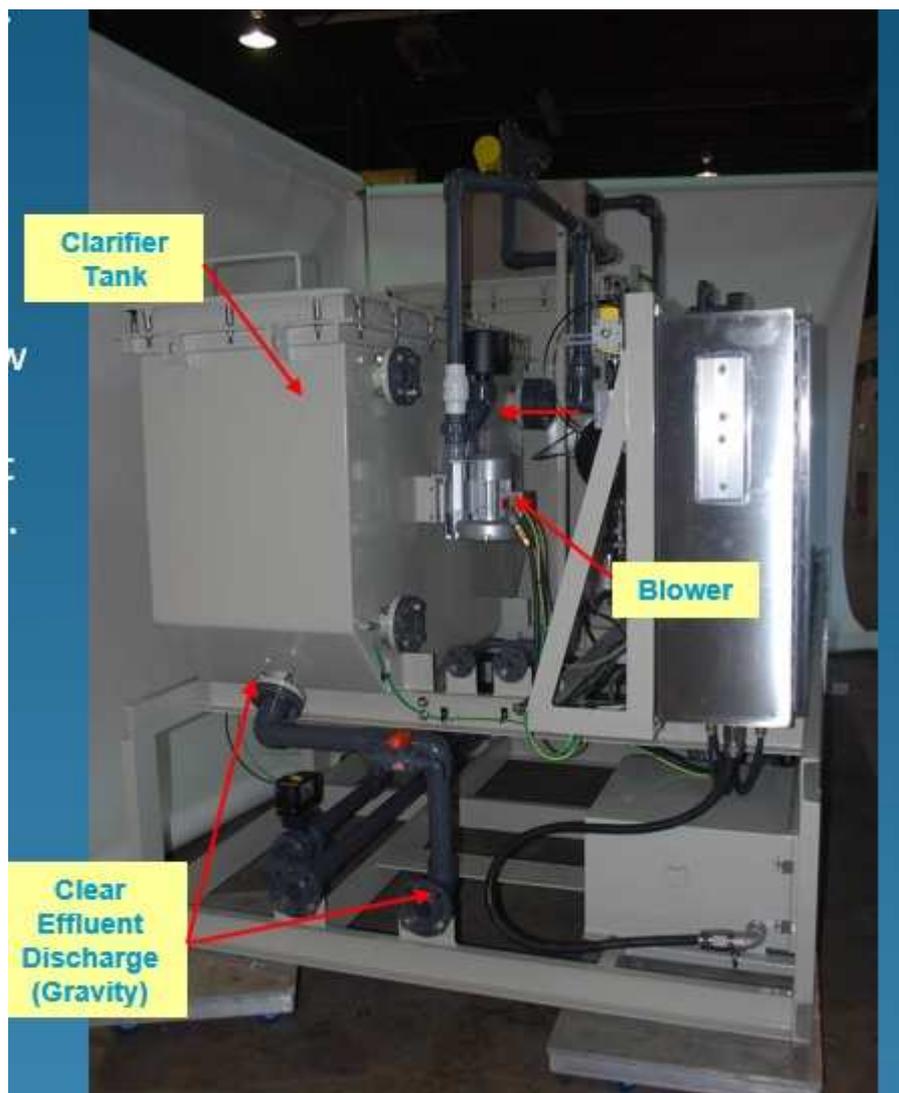
O soprador eficazmente através de uma ventilação positiva faz com os gases evacuados atravesse a parte superior da coluna de desgaseificação. O interruptor de fluxo de ar monitora o fluxo total de ar do sistema de ventilação. Baixo fluxo de ar desligará o sistema, causando alarme.



**Figura 17 - processo**  
**Fonte: Severn Trent de Nora.**

Passo 8:

O Colonizador primário associado a um "pipe down" (tubo para baixo), internamente, que remove apenas a água mais clara do processo e encaminha-o para o tanque clarificador da unidade.



**Figura 18 - processo**  
**Fonte: Severn Trent de Nora.**

Passo 9:

O tanque clarificador incorpora mais pacotes coalescentes e força o fluxo através várias pequenas áreas de sedimentação, internamente. O resultado é uma descarga de efluentes muito limpo e claro, que excede (valores bem menores) em muito os valores padronizados pela IMO.



**Figura 19 - Processado Final**  
**Fonte: Severn Trent de Nora.**

Passo 10:

Os Sólidos estão concentrados nos "fundos" do Colonizador primário e até um certo grau, quantidades menores, do clarificador.

Um ciclo de despejo de sólidos pré-programada ocorre através de válvulas controladas pneumaticamente, que remove os sólidos do sistema.



Figura 20 - Extração de Sólidos Remanescentes  
Fonte: Severn Trent de Nora.

## 7 TRATAMENTO DOS SÓLIDOS REMANESCENTES

É importante dar uma atenção especial ao tratamento dos sólidos gerados durante o processo de tratamento sanitário pela unidade Omnipure 55, dessa forma, abaixo será elucidado esse processo e sua importância.

Compreender o manuseio de sólidos - SHS (sistema de manuseio de sólidos):

Quais são os sólidos e de onde eles vêm?

Os sólidos são constituídos principalmente por fibras de celulose de papel higiênico. Estas fibras representam a maior parte dos parâmetros do TSS (Total de Sólidos em Suspensão). As partículas sólidas e de partículas também pode ser realizado no sistema MSD através dos chuveiros e pias.

Onde é que os sólidos ir Series Unidade Omnipure 55?

A maior parte dos sólidos de celulose que se encontram na corrente de processo "forçados" para combinar com um floculante de ferro (Fe), produzido pelo reator CE. Estes agrupamentos aglomerados de TSS tornar mais pesado do que a coluna de líquido circundante e, por conseguinte, afundar-se no fundo do colonizador Primária.

Principal Objetivo Colonizador e função:

A corrente de processo entrar na coluna desgaseifica no topo do colonizador Primária permanece arrastadas com os gases de processo. Esta coluna desgaseifique separa eficazmente os gases e permite um chuveiro de água de processo, pesado com os sólidos aglomerados, caia através de um suporte de cartões de coalescência e para a superfície do colonizador. Os aglomerados sólidos concentrar na área inclinada inferior do tanque principal, onde se espera para fora da bomba.

Fazer manipulação dos sólidos exigem segurança especial EPI (EQUIPAMENTO de Proteção Individual)?

O EPI é exigido durante o manuseio dos sólidos capturados de nossos SHS. É ainda recomendado que os operadores usam seu padrão de EPI ( ... óculos de segurança, luvas e avental) ao executar qualquer ação enquanto operar equipamentos fornecidos pelo fabricante .

Os sólidos capturados são seguro de manusear?

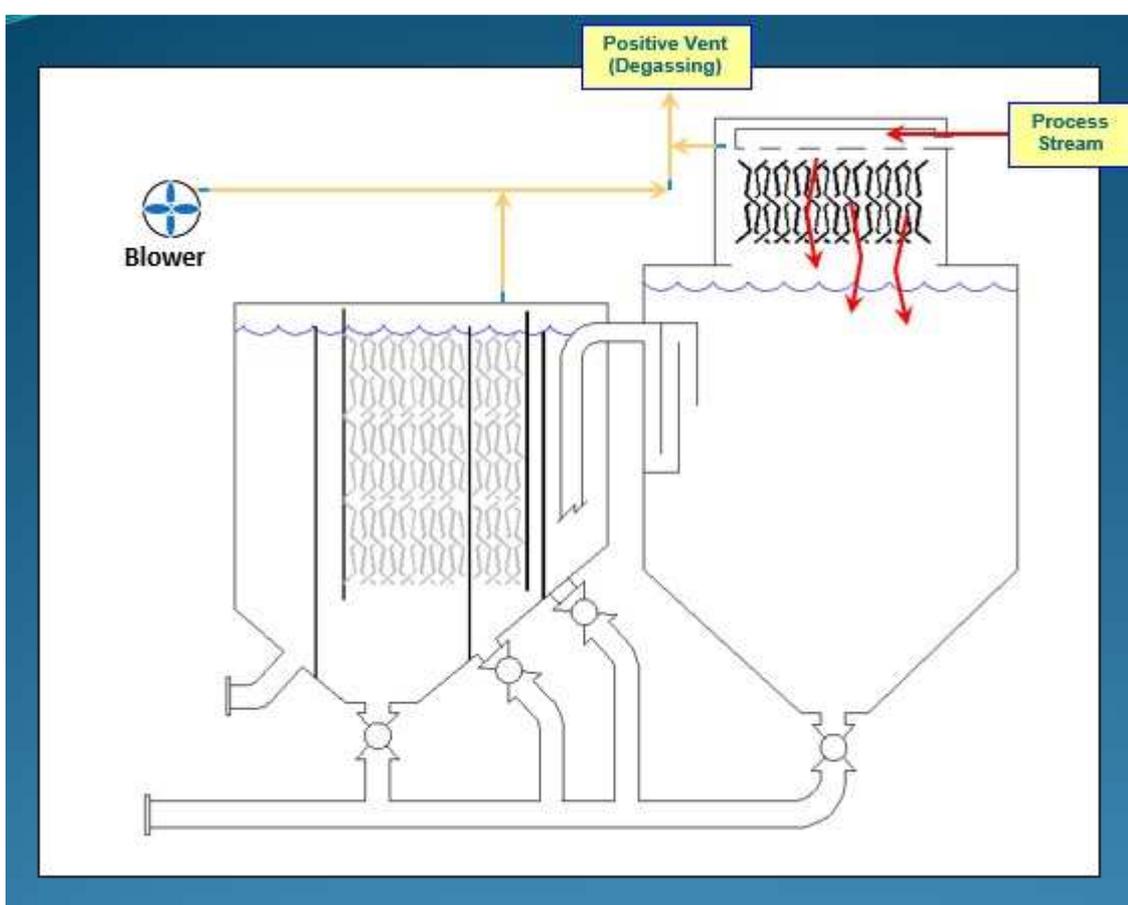
Sim, as massas sólidos coletados ainda mantêm uma certa quantidade de hipoclorito de sódio para a oxidação continuada, e não representam uma ameaça à

saúde.

Os sólidos são um risco biológico? Eles são perigosos?

Os sólidos desidratados que são capturados por qualquer um dos SHS do fabricante foram analisados e aprovado como 'classe' B 'lodo'. Isto significa que não existem efeitos colaterais prejudiciais impostas ao meio ambiente e os sólidos podem ser eliminados de uma aplicação típica: Aterro.

Veremos abaixo, de forma ilustrativa, essa capturação de sólidos:



**Figura 21 - Processo de formação de sólidos e como são capturados 1**  
**Fonte: Severn Trent de Nora.**

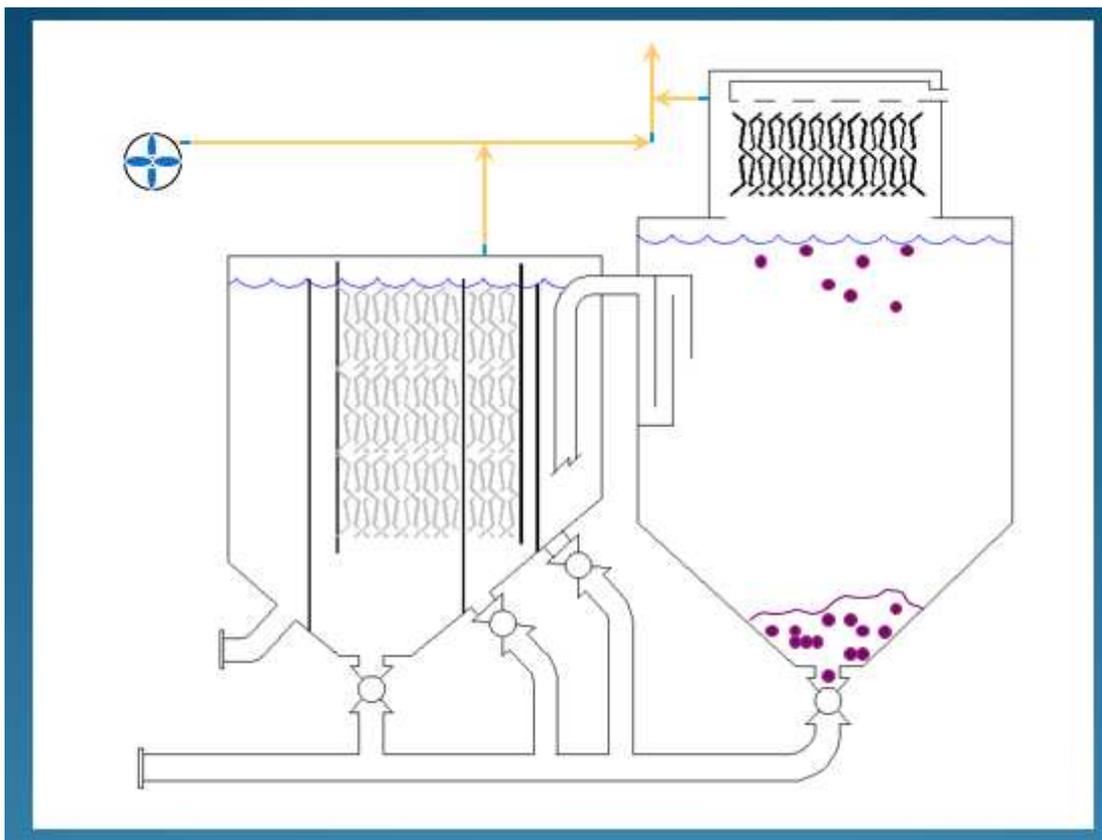
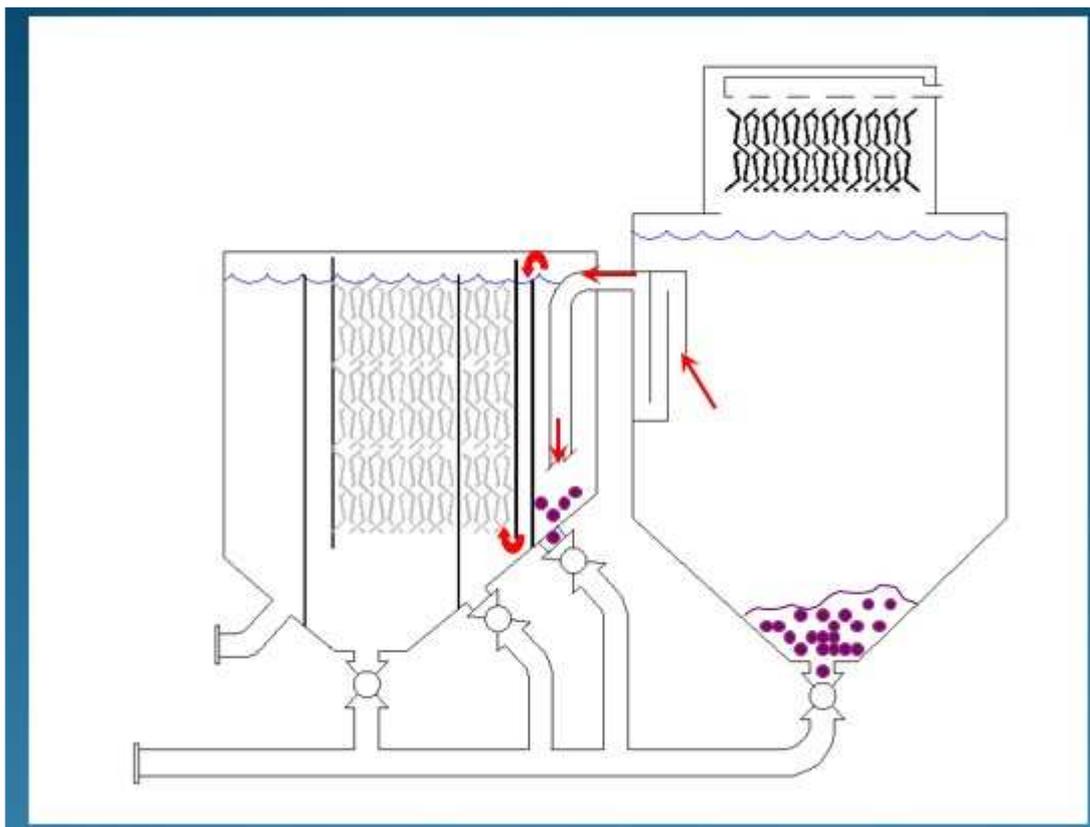


Figura 22 - Processo de formação de sólidos e como são capturados 2  
Fonte: Severn Trent de Nora.



**Figura 23 - Processo de formação de sólidos e como são capturados 3**  
**Fonte: Severn Trent de Nora.**

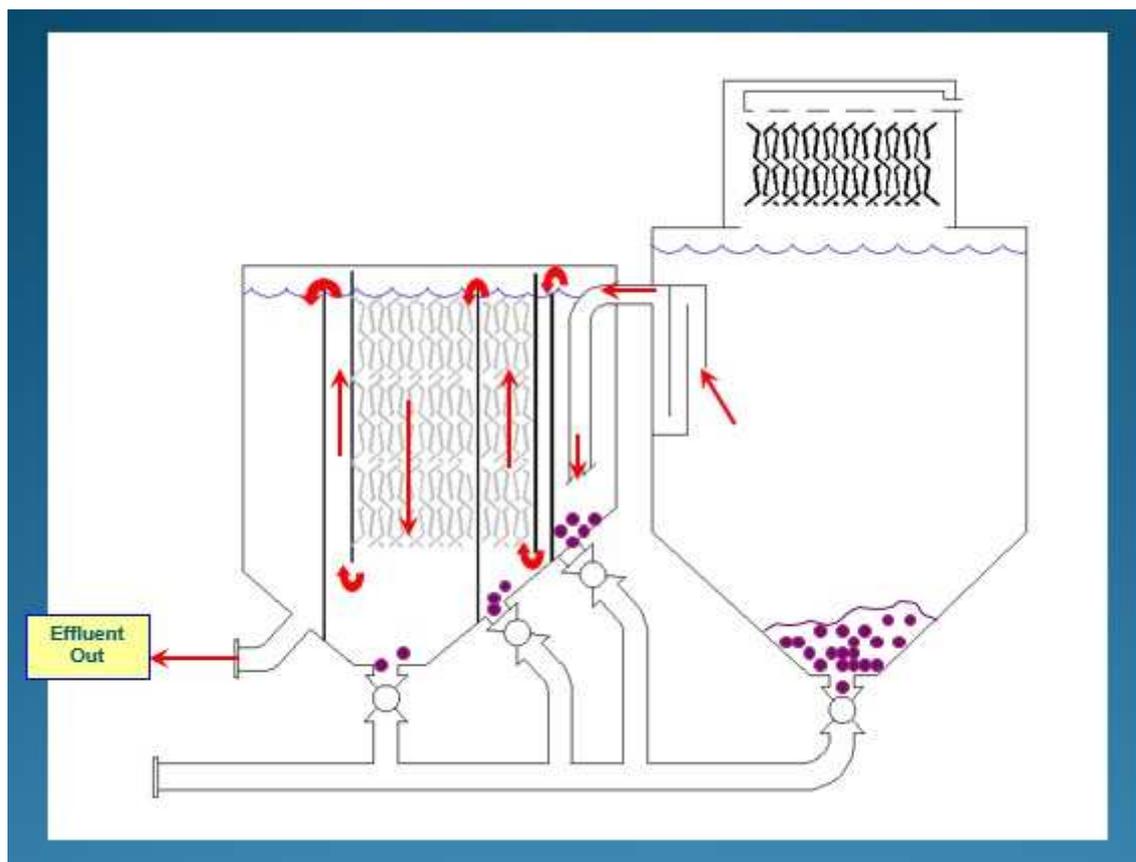


Figura 24 - Processo de formação de sólidos e como são capturados 4  
Fonte: Severn Trent de Nora.

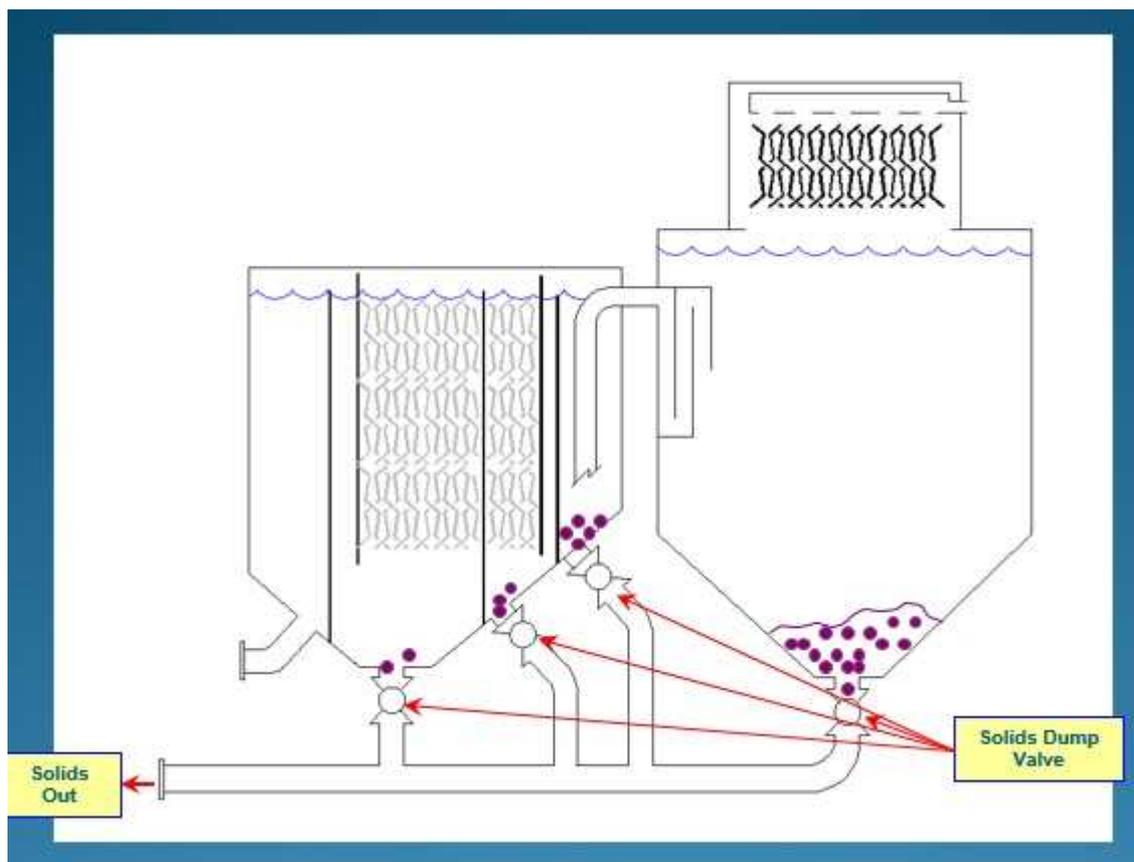
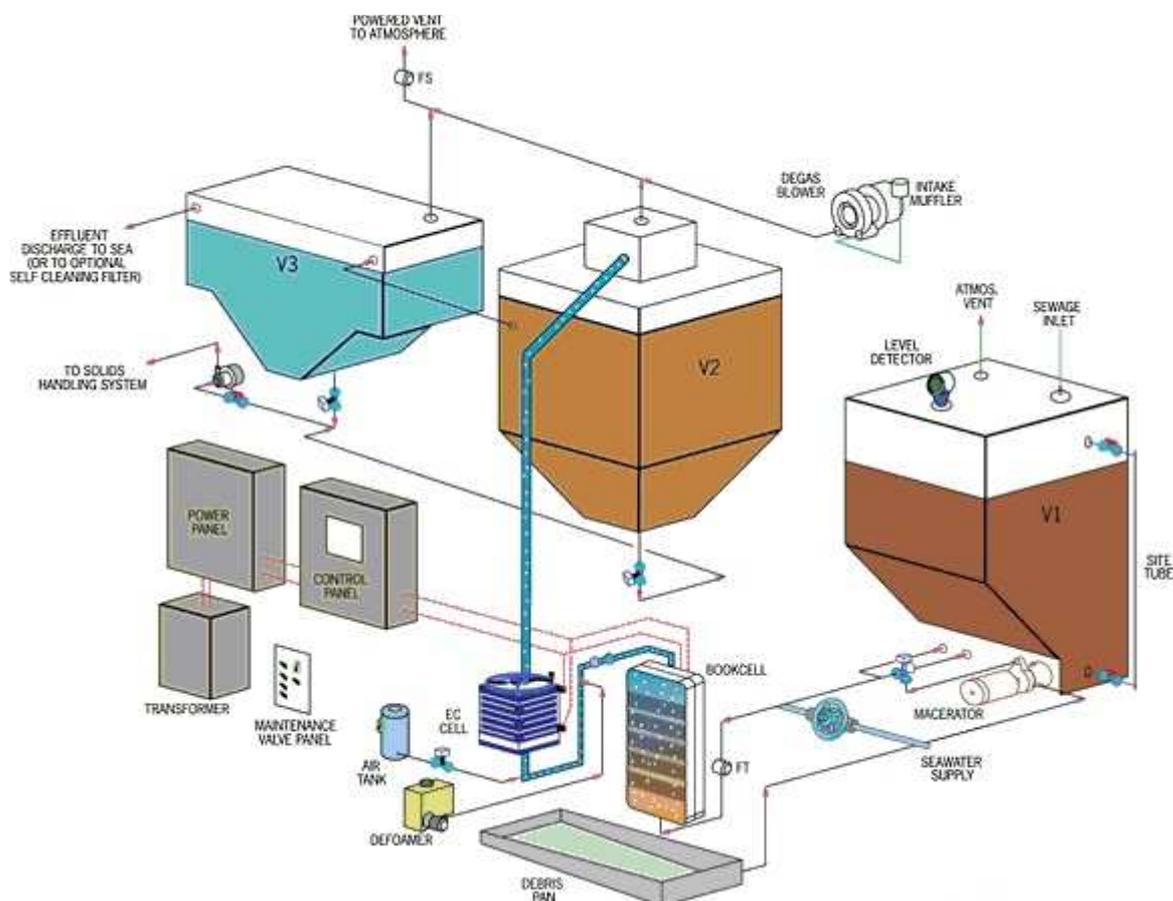


Figura 25 - Processo de formação de sólidos e como são capturados 5  
Fonte: Severn Trent de Nora.

## 8 DIAGRAMA EM BLOCO DO PROCESSO DE TRATAMENTO



**Figura 26 - Diagrama em bloco do processo de tratamento**  
**Fonte: Severn Trent de Nora.**

A principal tarefa de um processo de tratamento de efluentes é a redução da carga orgânica total no efluente, bem como, buscar a eliminação do fosfato e do nitrogênio. Os compostos orgânicos consistem basicamente de carbono e hidrogênio. O processo de tratamento deve convertê-los em dióxido de carbono e água enquanto consomem oxigênio.

Fase 1: O esgoto é macerado enquanto o BOD (Demanda Biológica de Oxigênio), o TOC (Total de Composto Orgânico) e coliformes fecais são reduzidos significativamente devido ao fluxo de águas residuais que flui através da célula eletrolítica do "bookcell", patenteado. O BOD compreende somente os compostos que podem ser oxidados microbiologicamente. Assim, torna-se claro que os

parâmetros não são idênticos e os valores numéricos determinados não podem ser iguais. Os valores medidos dependem especificamente do tipo e da qualidade do processo de digestão, ou ainda, da completa remoção dos sólidos.

Fase 2: É composto por um eletrocoagulador (CE) do reator, um separador de gás-líquido (coluna de desgaseificação), e um tanque de separação sólido-líquido (colonizador). O reator CE electroliticamente aumenta a corrente de esgoto com partículas de ferro que servem como locais de nucleação que formam uma a uma com a floculação de matéria orgânica que cai facilmente para fora da solução. Um agente anti-espuma é injetado no fluxo de resíduos entre o bookcell CE e o reator para melhorar a separação de gás-líquido do fluxo que sai do reator de CE. O Gás gerado tanto no livro e células eletrocoagulação é removido numa coluna de desgaseificação montado no topo do colonizador Primária. Um projeto exclusivo incentiva a retirada dos gases de processo arrastadas pelo fluxo que se infiltra suavemente no Colonizador. Um tubo vertical interno proporciona o tempo de reação significativa para sólidos a cair para o fundo do colonizador.

Fase 3: E um segundo passo da colonização (ou esclarecimento / concentração) . A corrente de processo entra no único tanque clarificador onde a velocidade é mantida a um mínimo para encorajar ainda mais a precipitação de quaisquer floculantes restantes para o fundo do concentrador de sólidos. Isso resulta em um efluente claro a partir do topo do concentrador que satisfaça os requisitos para a composição do efluente MEPC.159 (55).

## 9 CONCLUSÃO

A continua mudança e exigências, no cenário mundial, no que se refere ao tratamento sanitário, acabaram provocando uma reação no mercado, não só no que diz respeito à procura por estações de tratamento, mas também na produção destes equipamentos. A fabricante Severn Trent De Nora, observou que para cumprir normas mais rigorosas seriam necessários equipamentos mais robustos e mais pesados. Os usuários, entretanto, estariam motivados a encontrar formas de diminuir os impactos gerados pelos sistemas de limpeza, especialmente no que diz respeito ao peso, sem que, para isso, precisassem abrir mão de uma boa relação entre custo e eficiência, e é claro, atender aos padrões internacionais e nacional, no processo de lançamentos de efluentes. Foi a partir desta percepção que a fabricante se impôs como desafio criar unidades mais leves e capazes de atender às normas mais exigentes. O que acabou culminando no desenvolvimento de um sistema mais leve para tratamento eletrolítico, tanto para os efluentes provenientes dos sanitários (água negra) quanto para os provenientes das cozinhas, lavatórios e chuveiros (água cinza). Existem dois modelos com esta tecnologia: o Omnipure série 55 e o Mariner Omnipure, ambos com certificação da Bureau Veritas para a resolução da IMO, MEPC. 159 (55). A fabricante garante que estes são os únicos dispositivos de tratamento de esgoto marinho disponíveis no mercado capazes de oxidar o esgoto em uma célula eletroquímica, bem como gerar hipoclorito de sódio a partir da água do mar para desinfetar os córregos de esgoto, bem como, atender as normas de lançamento de esgoto tratado, com valores mais restritivos que os praticados pelos padrões internacionais. A empresa ressalta que o tratamento eletrolítico de esgoto marinho elimina os problemas de armazenamento de produtos químicos perigosos e os custos associados a eles, já que a solução utilizada no tratamento é produzida no local, enquanto a unidade de tratamento está em funcionamento. A diferença entre o Omnipure 55 e o Mariner Omnipure está na capacidade de tratamento. O primeiro é capaz de servir embarcações e plataformas com até 598 pessoas, caso seja usado só para o tratamento de água negra, ou 197 pessoas, para o uso em água negra e cinza. Quando medida em metros cúbicos de efluente, a capacidade deste equipamento está em torno de 65 metros cúbicos/dia. Já o Mariner Omnipure tem capacidade de tratamento para acomodar até 75 pessoas, se utilizado para tratar

água negra, e até 25 pessoas, para água negra e cinza. A capacidade deste tipo de unidade pode chegar até 8,2 metros cúbicos/dia de águas residuais.

Diante dos exposto acima, pode-se perceber a importância deste trabalho, não só relativo ao processo e etapas do tratamento sanitário, mas também, a contextualização dessas novas unidades diante de todo cenário de legislação ambiental em todo mundo, e assim, evitar quaisquer impedimentos de entradas em portos e/ou navegação costeira, dando toda confiabilidade nessa parte do sistema de tratamento séptico.

## REFERÊNCIAS

PINTO, C. W. F. **Tanque Séptico: Aumento da Eficiência no Tratamento de Efluentes**. 2012. 40f. Monografia (Especialização em Tratamento Sanitário) - CIAGA, Biblioteca CIAGA, 2012.

SOUCHOTTE, E. E. **Marine Auxiliary Machinery**. 2. ed. Marinha do Brasil: Butterworth & CO(Publishers), 1976. 502p.

**Estudo de Caso**. Disponível em: <<http://www.severntrentdenora.com/Products-and-Services/Marine-Sewage-Treatment-Systems/OMNIPURE-Series-55/750-5010LASP.pdf>> Acesso em: 7 set. 2013

**Método de Medição Total de Compostos Orgânicos**. Disponível em: <<http://www.mecatronicaatual.com.br/educacao/1432-toc-total-de-compostos-organicos-no-tratamento-de-guas-e-efluentes-parte-1>> Acesso em: 9 set. 2013

**Produtos e Serviços**. Disponível em: <[http://www.severntrentdenora.com/Products-and-Services/Marine-Sewage-Treatment-Systems/OMNIPURE-Series-55/750\\_5015LASP.pdf](http://www.severntrentdenora.com/Products-and-Services/Marine-Sewage-Treatment-Systems/OMNIPURE-Series-55/750_5015LASP.pdf)> Acesso em: 7 set. 2013