



II-371 - TRATAMENTO DO CHORUME DA CENTRAL DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS – CANDEIAS - PE

Gandhi Giordano

Engenheiro Químico pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Especializado em Engenharia Sanitária e Ambiental pela UERJ, M.Sc. em Ciência Ambiental – PGCA/UFF. Doutor em Metalurgia e Materiais – PUC – Rio. Prof. Adjunto no Depto. de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente da FEN/UERJ e Diretor Técnico da Tecma Tecnologia em Meio Ambiente Ltda.

Fernando Alves Moreira

Engenheiro Mecânico pela Universidade Gama Filho (UGF), Especializado em Engenharia Sanitária e Ambiental pela UERJ.

Olegário Fernandes Vieira Neto

Engenheiro Químico pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Especializado em Engenharia Sanitária e Ambiental pela UERJ.

Roberta Nogueira Marques Pinto

Graduanda em Engenharia Química pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

Cleonice Lucia Barbosa Mattos da Cruz

Engenheira Civil pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) com ênfase em Engenharia Sanitária e Meio Ambiente.

Endereço⁽¹⁾: Rua Riviera, 28 - Jacaré - Rio de Janeiro - RJ - CEP: 20975-050 - País - Tel: +55 (21) 2501-3315 - Fax: +55 (21) 2201-3956 - e-mail: gandhi@tecma-tecnologia.com.br

RESUMO

Este trabalho descreve o processo de tratamento utilizado na estação de tratamento de chorume instalada na Central de Tratamento de Resíduos de Candeias - PE. A Estação de Tratamento foi instalada desde o início da operação do aterro. Este fato é muito importante remarcar, pois é raro em nosso país e faz com que o chorume gerado apresente características de chorume novo.

O processo de tratamento envolve a precipitação química da matéria orgânica e de parte dos sais, remoção da amônia por stripping em meio alcalino, lavagem de gases para absorção da amônia, tratamento biológico em meio aeróbio pelo processo de lodos ativados e polimento com membrana de nanofiltração. A estação tem como características principais a redução da matéria orgânica biodegradável (Redução da DBO > 99,9 %) ou não (Redução da DQO > 99,5 %), da cor (Redução > 99,7 %), da toxicidade do chorume e remoção do nitrogênio amoniacal (Redução > 99,2), produzindo um efluente tratado de alta qualidade, que pode ser descartado para o corpo receptor atendendo completamente à legislação ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de chorume, tratamento de lixiviado, nanofiltração, remoção de amônia, redução de cor.

INTRODUÇÃO

Este trabalho descreve o processo de tratamento utilizado na estação de tratamento de chorume instalada na Central de Tratamento de Resíduos de Candeias - PE. A Estação de Tratamento foi instalada, de forma que já estivesse em operação junto com o início da operação do aterro. Este fato é muito importante remarcar, pois é raro em nosso país. Com a operação da estação de tratamento desde o início da operação do aterro o chorume gerado apresenta continuamente características de chorume novo.

A estação tem como características principais a redução da matéria orgânica biodegradável ou não, da cor, da toxicidade do chorume e remoção do nitrogênio amoniacal, produzindo um efluente tratado de alta qualidade, que pode ser descartado para o corpo receptor atendendo completamente à legislação ambiental.

OBJETIVOS

- Apresentar as etapas adotadas para uma estação de tratamento de chorume projetada para tratar 172,0 m³/d;
- Avaliar a eficiência do tratamento adotado, principalmente em relação às reduções de: carga orgânica; do nitrogênio amoniacal; cor e toxicidade.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DO PROCESSO DE GERAÇÃO DO CHORUME E DO TRATAMENTO UTILIZADO

A formação do chorume é o resultado de processos físico-químicos e biológicos. Os processos físico-químicos iniciam-se pela solubilização dos resíduos sólidos urbanos, e após a formação de ácidos orgânicos por processos fermentativos, ocorre a lixiviação dos resíduos. A percolação das águas das chuvas através do leito de resíduos é o fator mais importante para a geração do chorume. A liberação de água durante o processo de decomposição dos resíduos também produz o chorume. O chorume é então o produto da lixiviação dos resíduos urbanos nas condições de disposição no aterro.

Na **Figura 1** a seguir estão apresentadas características típicas de um aterro sanitário. O chorume gerado é coletado em poços e encaminhado para a Estação de Tratamento de Chorume.

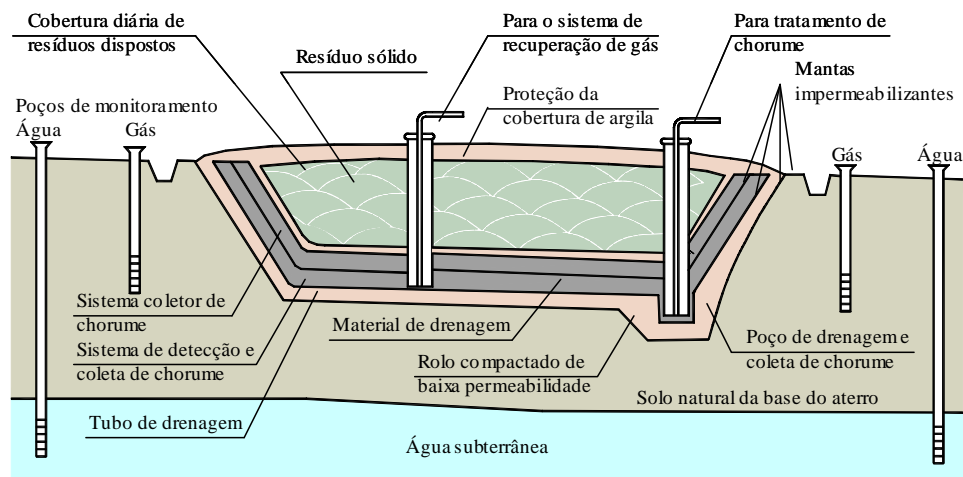


Figura 1: Geração do Chorume em Aterro Sanitário

A geração do chorume é contínua no aterro sanitário sendo que alguns fatores influenciam na sua qualidade. Fatores físicos associados ao balanço hídrico além de fatores químicos, aceleram ou retardam o processo de degradação dos resíduos sólidos e a formação do chorume.

O chorume é captado através dos drenos do aterro onde são direcionados para uma lagoa cuja função é equalizar e homogeneizar o chorume a ser tratado. Da lagoa, o chorume é bombeado ou transportado por caminhão pipa para a Estação de Tratamento de Chorume (ETC).

A ETC projetada tem capacidade para tratar 2,00 L/s ou 172,80 m³/d de chorume gerado no Aterro Sanitário de resíduos inertes e não inertes, podendo ser ampliada de forma modular.

O processo adotado apresenta elevada eficiência para a redução de matéria orgânica, determinada indiretamente como DBO e DQO, para a cor e para os outros materiais tóxicos, tais como, nitrogênio amoniacal. Os efluentes apresentam uma reduzida Toxicidade a organismos aquáticos, no caso tendo sido utilizados testes com peixes.

O sistema de tratamento proposto consiste, em linhas gerais, na implantação das etapas de tratamento preliminar, primário, secundário e terciário.

Etapas do Tratamento Preliminar:



- Lagoa de equalização;
- Peneiramento;
- Tanque de homogeneização.

Etapas do Tratamento Primário:

- Precipitação química;
- Decantação primária;
- Stripping de amônia;
- Lavagem dos gases para absorção de amônia.

Etapas do Tratamento Secundário:

- Correção do pH;
- Adição de nutrientes;
- Lodos ativados;
- Decantação secundária.

Etapas do Tratamento Terciário:

- Correção do pH;
- Filtração em areia;
- Filtração em membranas de nanofiltração.

DESCRIÇÃO DETALHADA DO MÉTODO ADOTADO PARA O TRATAMENTO DO CHORUME

O chorume gerado no aterro sanitário é conduzido para o tratamento através do bombeamento da lagoa de equalização ou transportado por caminhões pipa até a Estação de Tratamento de Chorume (ETC). Na ETC, o chorume bruto é recebido em uma peneira estática e direcionado ao reservatório. Em seguida, o chorume do reservatório é bombeado para o tanque de alcalinização. No tanque de alcalinização acontece a precipitação química com adição de suspensão de hidróxido de cálcio. Neste processo ocorre uma considerável redução das concentrações de matéria orgânica, sais dissolvidos, redução de cor e remoção de amônia e nesta condição o efluente do tratamento primário apresenta condições mais favoráveis ao tratamento biológico. A mistura escoar por gravidade para o decantador primário, onde os sólidos gerados são separados da fase líquida por sedimentação. O sobrenadante do decantador primário transborda por gravidade para o Tanque de *stripping* para a remoção da amônia. A remoção da amônia no chorume se impõe, pois esta é tóxica aos peixes, aos microrganismos e à vegetação. Essa remoção de amônia é feita pelo processo de *stripping*. O *stripping* é a forma mais eficiente para a remoção de amônia concentrada. A condição necessária para transferir as espécies voláteis da fase líquida para a fase gasosa é o potencial químico favorável e o arraste com ar. A combinação da grande área interfacial entre o ar e a água, a agitação mecânica, e a alta volatilidade relativa da amônia resultam em significativas reduções da quantidade dissolvida de amônia. A injeção do ar necessária ao processo é realizada por um sistema de difusão composto por uma malha difusora e sopradores de ar. Os gases emanados na unidade são captados e conduzidos ao sistema de tratamento através de exaustão forçada, no qual os gases coletados são impelidos por um exaustor centrífugo para a unidade de tratamento. O sistema de tratamento consiste em 02 torres de lavagem com fluxo contracorrente tendo telas como leito de contato. Na entrada da unidade, os gases atravessam o 1º e 2º estágios de lavagem em fluxo ascendente recebendo a aplicação de solução de ácido sulfúrico em fluxo descendente. Na **Figura 2** está apresentado o fluxograma da etapa primária, relativa à precipitação química e alcalinização do chorume.

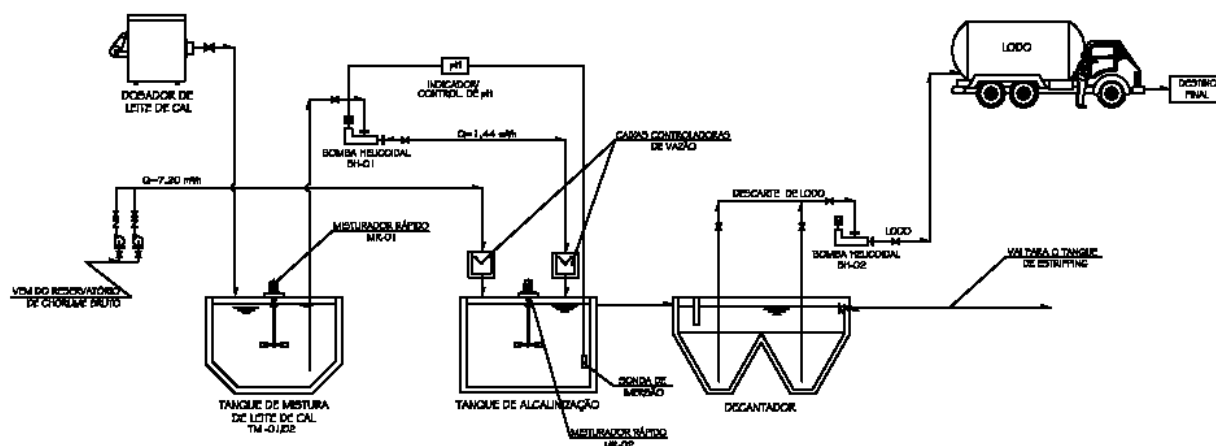


Figura 2: Tratamento Primário – Precipitação Química e Decantação Primária.

Na **Figura 3** está apresentada a etapa da remoção da amônia por *stripping*, incluindo a lavagem dos gases. Esta etapa a mais significativa para remoção da amônia.

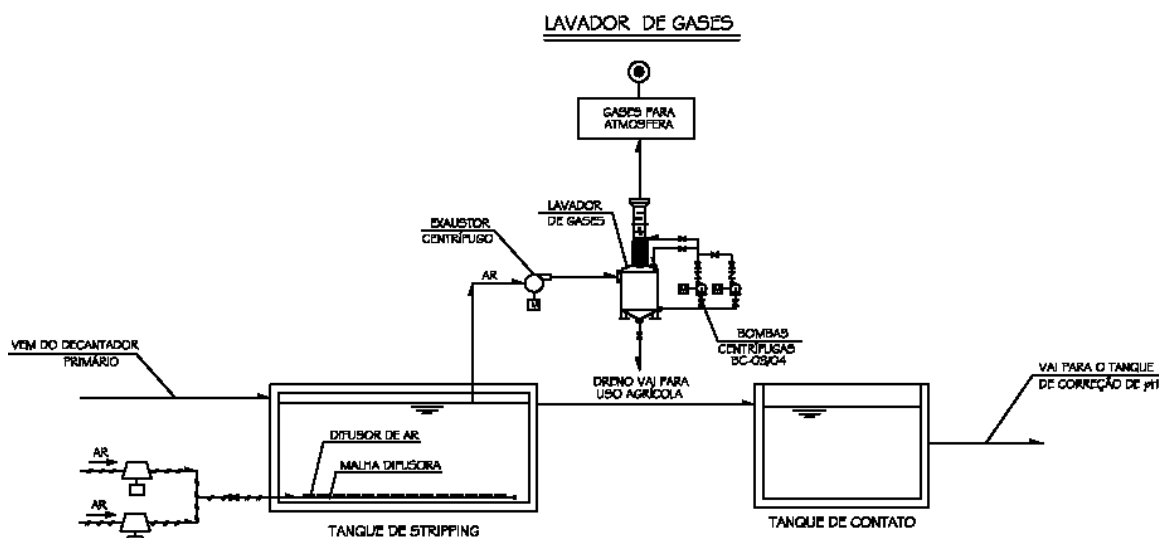


Figura 3: Tratamento Primário – *Stripping* de amônia e Lavagem dos gases para absorção de amônia.

A **Figura 4** apresenta a vista frontal do lavador de gases para absorção de amônia.



Figura 4: Lavador de gases para absorção de amônia.



A **Figura 5** apresenta a vista da etapa primária do tratamento, relativa à precipitação química, alcalinização do chorume, decantação primária, stripping de amônia e correção de pH.



Figura 5: Vista superior do tratamento primário.

O efluente do tratamento primário possui características incrustantes que são reduzidas no tanque de contato. A jusante do tanque de contato, o efluente tem seu pH corrigido automaticamente, através de indicador controlador de pH, para uma faixa próxima a neutralidade a fim de compatibilizá-lo com o tratamento biológico subsequente que utiliza o processo de “lodos ativados”. No tanque de aeração ocorre a mistura do chorume com os lodos ativados, permitindo que os micro-organismos, principais formadores do lodo, em condições aeróbias e com nutrientes (nitrogênio remanescentes do chorume e o fósforo adicionado), degradem a matéria orgânica. O tanque de aeração utiliza aeradores flutuantes de baixa rotação por serem mais resistentes. Na **Figura 6** está apresentado o fluxograma da etapa secundária do tratamento.

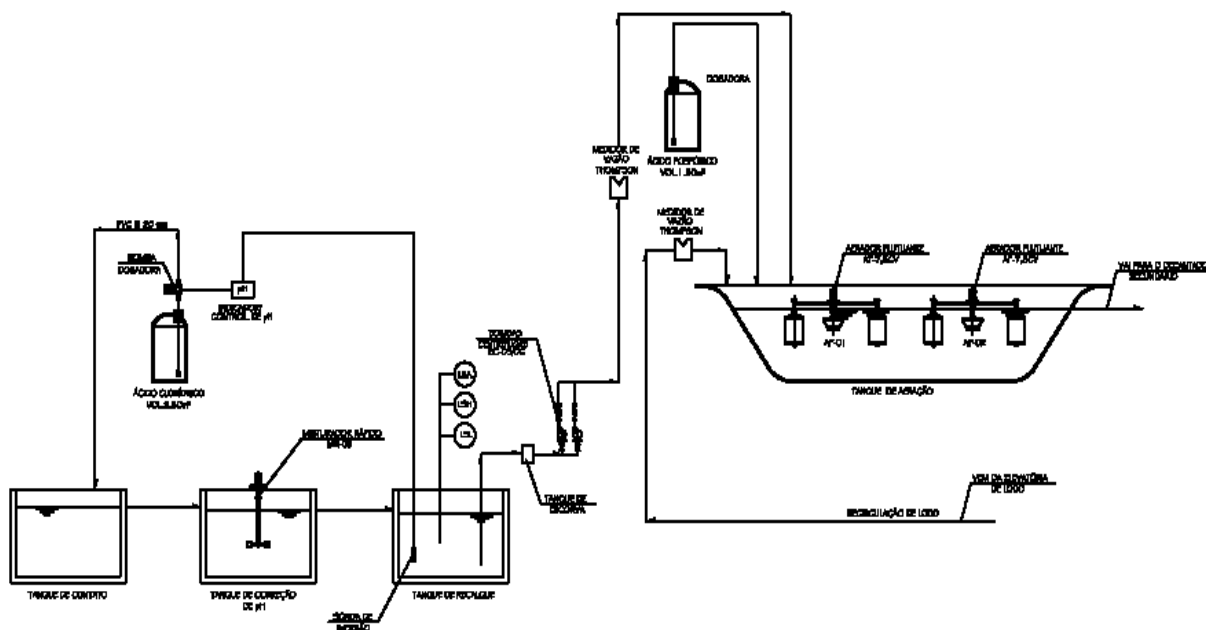


Figura 6: Fluxograma da etapa de tratamento biológico.

A **Figura 7** apresenta a vista do tanque de aeração, etapa biológica, processo de “lodos ativados”.



Figura 7: Tanque de aeração.

A mistura de lodos ativados escoam por gravidade do tanque de aeração para o decantador secundário. Como a biomassa possui uma densidade ligeiramente maior que a da água, essa pode ser separada do efluente tratado por sedimentação, pela ação da gravidade, levando a um chorume tratado bem clarificado após a etapa de separação. O líquido sobrenadante chorume segue para o tratamento terciário.

O tratamento terciário é iniciado por uma etapa de filtração em leito de areia, onde são retidos materiais finos indesejáveis às etapas posteriores. Após a filtração, o efluente é recebido no Tanque Pulmão, sendo recalado para o pré-filtro anterior a Unidade de Nanofiltração. Nesta etapa ocorre uma nova correção de pH, antes da entrada no sistema de membranas de nanofiltração. Na Unidade de Nanofiltração são removidas partículas na faixa de um nanômetro, estando incluídas nesta faixa moléculas orgânicas com elevado peso molecular e alguns sais, o que gera um efluente isento de cor e de grande parte da matéria orgânica inicial. O efluente da nanofiltração constitui o chorume tratado que é lançado, no corpo receptor atendendo aos mais rigorosos itens da legislação ambiental aplicadas ao chorume no Brasil e em outro qualquer país.

Na Figura 8 está apresentado o fluxograma com parte do tratamento terciário que se refere à pré-filtração e a correção do pH.

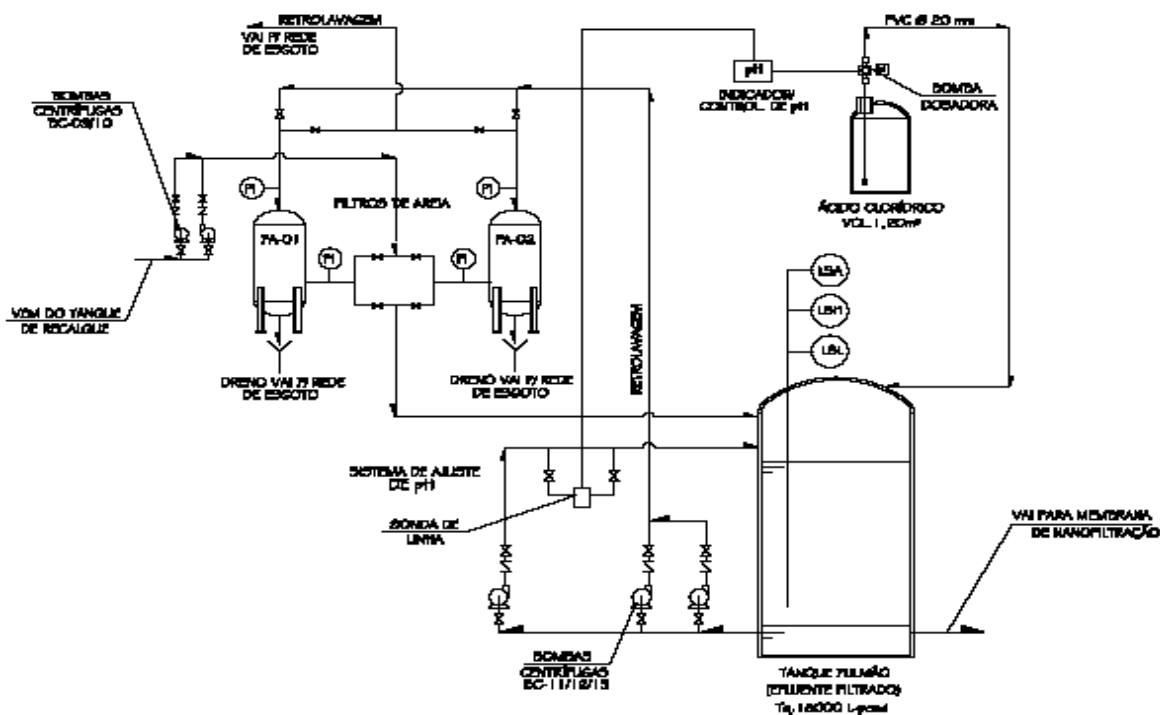


Figura 8: Tratamento Terciário – correção do pH e filtração em areia.



Na **Figura 9** está apresentado o fluxograma com a parte referente a etapa de permeação em membrana de nanofiltração. A etapa de polimento com membranas é composta também de filtração prévia em leito de areia e pré-filtros de cartuchos com objetivo de ampliar o ciclo de operação das membranas.

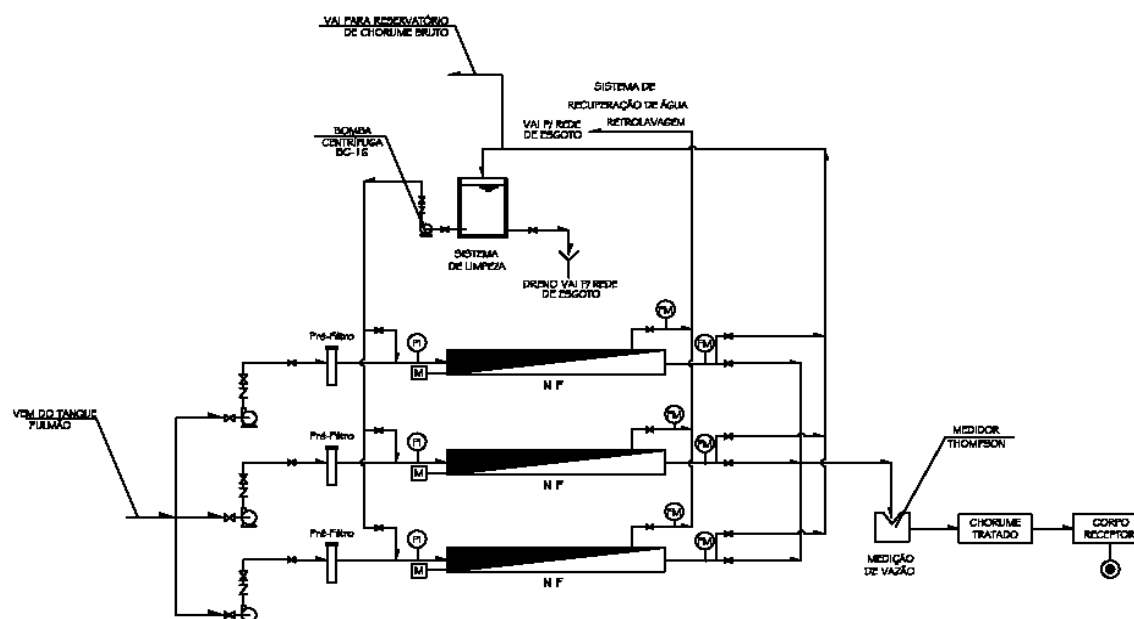


Figura 9: Tratamento Terciário – Filtração em membranas de nanofiltração.

A **Figura 10** apresenta a vista frontal da Unidade de Nanofiltração.



Figura 10: Equipamento de nanofiltração.

Os efluentes dessa etapa apresentam aspecto claro de ótima aparência, conforme pode ser visualizado em fotos a seguir na **Figura 11**.



Figura 11: Foto do Chorume Bruto (esquerda) e chorume após o tratamento terciário (direita).



Para avaliação da Estação de Tratamento de Chorume é realizado monitoramento com coleta de amostras das etapas do tratamento. Os dados gerados foram analisados para que seja possível a avaliação da eficiência do tratamento de chorume adotado e atendimento à legislação ambiental local.

RESULTADOS ESPERADOS E OS OBTIDOS

Na Tabela 1 a seguir são apresentadas as características gerais previstas no projeto para o Chorume Bruto e Tratado na Estação de Tratamento de Chorume do CTR Candeias - PE.

Tabela 1 Características gerais do chorume bruto e chorume tratado utilizadas no projeto da ETC

Parâmetros	Chorume Bruto	Chorume Tratado
pH	7,0 – 8,5	6,0 – 7,0
Materiais Sedimentáveis, mL/L	1,0	< 0,1
DQO, mg/L de O ₂	9000	< 200
DBO, mg/L de O ₂	< 1000	Redução > 90%
RNFT, mg/L	300	< 15
Detergentes (MBAS), mg/L	1,6	< 1
Coliformes Totais, NMP/100 mL	> 10 ⁶	< 100
Unidade de Toxicidade para Peixe, Utp	> 100	< 4
Cor, mg Pt/L	>2000	10
Turbidez, uT	-	< 5,0
Nitrogênio Amoniacal, mg/L N	900	< 20
Óleos e Graxas Totais, mg/L	10	< 5

Tabela 2 Características gerais do chorume bruto e chorume tratado produzido pela ETC

Parâmetros	Pontos de Coleta				Limites CONAMA 397
	Chorume Bruto	Saída Tratamento Primário	Saída Tratamento Secundário	Saída Tratamento Terciário	
Alcalinidade Total, mg/L de CaCO ₃	5426	1754	153	43	
DBO, mg/L O ₂	5216	3608	28	<3	--
DQO, mg /L O ₂	7488	5155	606	37	--
Detergentes (MBAS), mg/L	-	-	-	<0,20	--
Fósforo Total, mg/L P	-	-	-	0,95	--
Materiais Sedimentáveis, mL/L	-	-	-	<0,5	1,0
Nitrogênio Total, mg/L N	-	-	-	49,8	--
Nitrogênio Amoniacal, mg/L N	747	488	61,2	5,70	20
Óleos e Graxas Totais, mg/L	-	-	-	<6,0	20
Resíduo Não Filtrável Total, mg/L	-	-	-	4	--
Resíduo Não Filtrável Volátil, mg/L	-	-	-	-	--
pH	7,64	9,07	7,05	6,85	5,0 a 9,0
Condutividade a 25 °C , µS/cm	16570	15140	12380	11440	--
Cor, mgPt/L	2927	412	620	<6,5	--
Cloretos, mg/L Cl ⁻	2731	387	619	335	--
Unidade de Toxicidade para Peixe, Utp	32	-	4	4	--
Turbidez, uT	-	-	33,8	<1,0	--



Os resultados analíticos obtidos no monitoramento indicam uma eficiência de redução de matéria orgânica igual a 99,9%, em relação a DBO, e igual a 99,5%, em relação a DQO. A concentração de nitrogênio amoniacal no chorume tratado é igual a 5,70 mg/L N, com eficiência total de remoção de 99,2%. A intensidade de cor foi reduzida em 99,7%, sendo a intensidade final inferior a 6,5 uH. O efluente final tem aspecto límpido, com turbidez inferior a 1 uT. Todos os resultados são inferiores aos limites permitidos pela legislação ambiental para lançamento de efluentes em corpos hídricos (CONAMA 397).

As Figuras 12, 13 e 14 apresentam as variações relativas aos resultados demonstrados na Tabela 2.

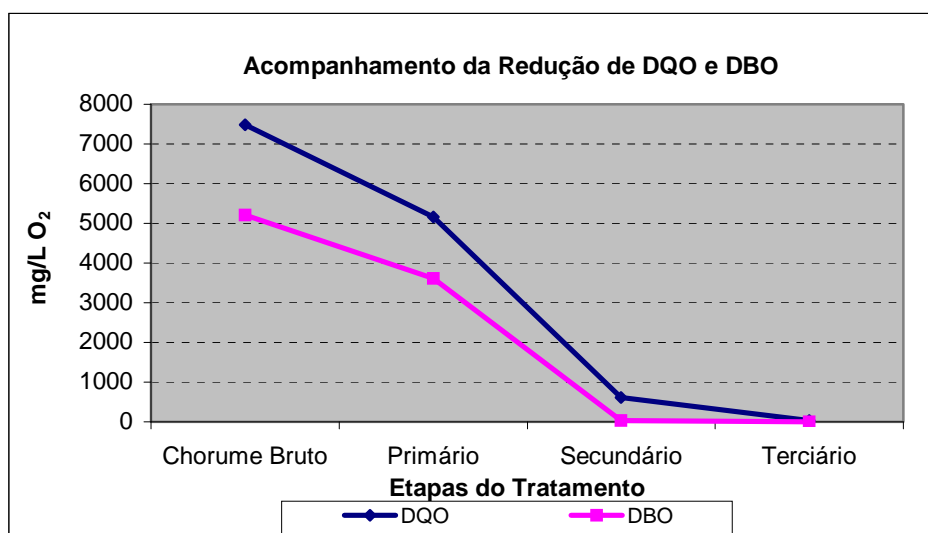


Figura 12: Acompanhamento da Redução de DQO e DBO.

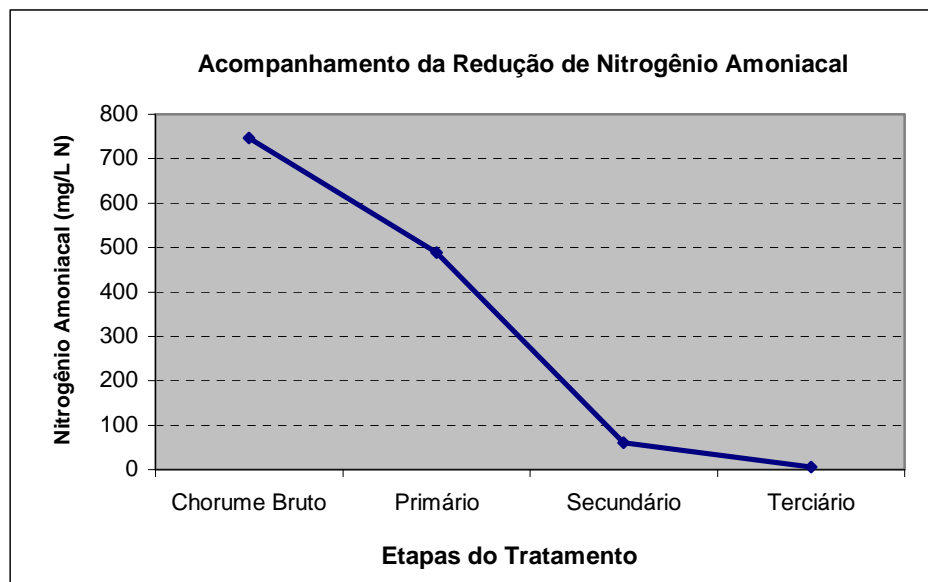


Figura 13: Acompanhamento da Redução de Nitrogênio Amoniacal.

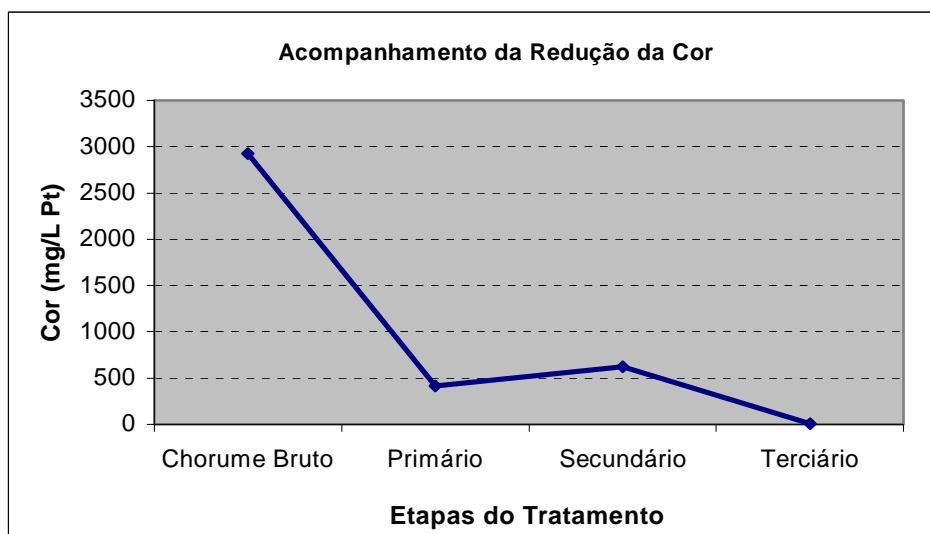


Figura 14: Acompanhamento da Redução de Cor.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Por se tratar de um aterro novo a estação de tratamento de chorume foi projetada com base em dados estimados e tecnologia já testada anteriormente. Todos os dados foram confirmados após o início de operação.

Como a estação iniciou a operação junto com a operação do aterro, o chorume bruto apresenta continuamente característica de chorume novo, o que é raro em nosso país.

A estação apresenta também como inovação a absorção da amônia, evitando perdas para a atmosfera.

Após os resultados analíticos obtidos pelos monitoramentos no chorume bruto e tratado na ETC da Central de Tratamento de Resíduos de Candeias, pode-se concluir que o tratamento utilizado possui uma elevada eficiência de redução de matéria orgânica, cor e concentração de nitrogênio amoniacal, além disso, o efluente não apresenta toxicidade a peixes e apresenta um aspecto aceitável em relação à cor e turbidez.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. GIORDANO, G. Tratamento e Controle de Efluentes Industriais. Apostila. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2009.
2. GIORDANO, G., FERREIRA, J.A., RITTER, E., ROSSO, T.C.A., PIRES, J.C.A. Tratamento do Chorume do Aterro Metropolitano de Gramacho. Rio de Janeiro, Brasil. In: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, XXVIII. 2002, Cancún (QROO)-México: Anais AIDIS/ABES Capítulo Nacional, Rio de Janeiro. CD-ROM, 2002.
3. GIORDANO, G. Análise e Formulação de Processos para Tratamento dos Chorumes Gerados em Aterros de Resíduos Sólidos Urbanos. Rio de Janeiro: PUC Rio, 2003, 257 p. Tese (Doutorado) – Pós Graduação em Ciência dos Materiais e Metalurgia da PUC - Rio.