

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

BELAMIR ANTONIO CARNIEL

**TRANSBORDAMENTO EM COLUNA DEIONIZADORA PARA
PURIFICAÇÃO DE ÁGUA**

**Curitiba – Paraná
2014**

BELAMIR ANTONIO CARNIEL

**TRANSBORDAMENTO EM COLUNA DEIONIZADORA PARA
PURIFICAÇÃO DE ÁGUA**

**Projeto Técnico apresentado à
Universidade Federal do Paraná
para obtenção do título de
Especialista em Gestão da
Qualidade.
Orientador: Prof. Edelvino
Razzolini Filho**

**Curitiba – Paraná
2014**

Transbordamento em coluna deionizadora para purificação de água

Belamir Carniel
Belamir_2@hotmail.com

Resumo

Apresenta como objetivo geral, resolver problema de transbordamento em equipamento para tratamento de água, sistema deionizador, coluna de leito misto com resina por troca iônica. O deionizador em questão é empregado para ambiente com pouco consumo de água tratada, como laboratórios e hospitais. Dessa forma o transbordamento torna-se um problema para a higienização do local, porque esse locais devem atender as boas práticas de sanitização imposta pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária, o equipamento atual é confeccionado em tubo de PVC e um medidor de nível que solucionaria o problema não será possível implementar. Apesar do atual equipamento funcionar satisfatoriamente atendendo aos requisitos dos cliente no que se diz tratamento de água por troca iônica, existe alguma reclamações pela dificuldade da regulagem na passagem de água e de frequentes transbordamentos. Isso acontece porque a atual coluna não tem medidor de nível e se abrir o registros muito rápido ou com muita pressão. O transbordamento é inevitável. Fez-se então desenvolvimento de um equipamento em processo de rotomoldagem com medidor nível de medidor de vazão. A forma de tratamento dessa água é realizada por troca iônica em leito misto de resina catiônica e aniônica, onde a resina Catiônica, trocadoras de íons catiônicos ou simplesmente resinas catiônicas são compostas por uma matriz orgânica polimérica (R) de caráter forte (ácido sulfônico) e resina Aniônica trocadoras de íons aniônicos ou simplesmente resinas aniônicas são resinas sintéticas do tipo fenol-formaldeído, e do grupo poliestireno no qual foram tornadas aniônicas, pela introdução na molécula polimérica de grupos aminas básicas (aniônicos).

Além disso buscou-se a implementação de um condutivímetro digital, para leitura quantitativa, já que o atual equipamento tem como indicador o sensor óptico que a leitura é qualitativa, buscou-se a melhoria da vazão do equipamento posto, que o atual é de 50 cinquenta litros por hora .

Utilizou-se o conceito de metodologia aplicada, que tem como objetivo investigar, comprovar ou rejeitar hipóteses sugeridas pelos modelos teóricos.

Após conclusão e testes realizados no projeto, concluiu-se que, o objetivo geral, quanto ao transbordamento de água e os específicos, implementação de local para condutivímetro digital e melhoria da vazão do equipamento foram atingidos.

Palavras Chaves

Tratamento de água, Troca iônica, Desmineralização, Resina Catiônica e Resina Aniônica.

Abstract

Presents as a general goal, solve overflow problem in equipment for water treatment , deionizer system , mixed bed resin column by ion exchange. The deionizer in question is used for environment with little clean water consumption , such as laboratories and hospitals. Thus the overflow becomes a problem for the hygiene of the place, because that sites must meet the good sanitation practices imposed by the National Sanitary Surveillance Agency , the current equipment is made of PVC pipe and a level meter that would solve the problem can not be implemented . Despite the current equipment operates satisfactorily meeting the customer requirements when it says water treatment by ion exchange , is there any complaints by the difficulty of regulating the passage of water and frequent overflows . This is because the current column has no level meter and open the records too fast or too much pressure. The overflow is inevitable. It was then develop equipment in rotational molding process with a measuring level of flow meter. The treatment of this water is performed by ion exchange mixed bed of cation and anion resin , where Cationic resin , trocadoras of cationic ions or simply cationic resins are composed of a polymeric organic matrix (R) of strong character (sulfonic acid) and resin anion trocadoras of anionic ion or simply anionic resins are synthetic resins of phenol - type formadeído , and polystyrene group were made anionic by introducing the polymer molecule of basic amino groups (anionic) .

Also sought to implement a digital conductivity meter , for quantitative reading , as the current equipment has as an indicator the optical sensor reading is qualitative , aimed to improve the flow of station equipment, the current is 50 fifty liters per hour.

We used the concept of methodology , which aims to investigate , confirm or reject hypotheses suggested by the theoretical models .

After completion and testing in the project , it was concluded that the overall goal , how to water overflow and specific , site implementation for digital conductivity and improving the flow of equipment have been achieved.

1. Introdução

O presente artigo tem como objetivo Geral, resolver problema transbordamento em equipamento para tratamento de água, sistema deionizador, coluna de leito misto com resina por troca iônica.

Os efeitos da qualidade da água podem, frequentemente, ser subestimados, mas a água é o solvente mais comum utilizado em laboratórios, por isso a sua qualidade é essencial para a obtenção dos resultados esperados e para não defraudar os mesmos. Assim, a utilização de água de qualidade ruim num ambiente de cuidados com a saúde ou em diagnósticos clínicos pode, potencialmente, representar um risco de vida.

A presente pesquisa científica se faz necessária devido aos cuidados necessários da purificação de água para fins laboratoriais, segundo Segundo Eymard de Meira Breda (2001 Pg. 01), para atender a crescente sensibilidade exigida em suas pesquisas, várias organizações profissionais têm estabelecido padrões de qualidade de água. Esses grupos, nos Estados Unidos, incluem o National Committee for Clinical Laboratory Standards (NCCLS - Comitê Nacional para Padrões de Laboratórios Clínicos), o College of American Pathologists (CAP - Colegiado dos Patologistas Americanos), a Association for Advancement of Medical Instrumentation (Associação para o Avanço da Instrumentação Médica- AAMI) e a American Society for Testing and Materials (ASTM - Sociedade Americana para Ensaios e Materiais); a nível internacional, podemos citar, entre outros, a Organização Mundial de Saúde (OMS) e órgãos específicos da Comunidade 2 / 29 Econômica Européia. Como exemplo, o NCCLS especificou quatro tipos de água, de acordo com suas respectivas aplicações, que são definidos a seguir:

Água Tipo I: pode ser considerada como a água de qualidade "ideal", isto é, a água com a melhor qualidade possível de ser obtida com a tecnologia disponível atualmente para tratamento e purificação de água. Deve ser usada em métodos de análise que requeiram mínima interferência e máximas precisão e exatidão (absorção atômica, espectrometria de emissão de chama, traços de metais, procedimentos enzimáticos sensíveis a traços de metais, eletroforese, cromatografia líquida de alta resolução, fluorometria); preparação de soluções-padrão e de soluções tampão; processos onde a presença de microorganismos deve ser mínima.

Água tipo I: deve ser usada no momento em que é produzida; não deve ser estocada, pois sua resistividade diminui, podendo ocorrer lixiviação de metais e/ou compostos orgânicos do frasco de estocagem e também desenvolvimento / contaminação bacteriana.

Água Tipo II: métodos analíticos e processos onde é tolerada a presença de bactérias: reagentes em geral, sistemas de microbiologia e métodos / processos aos quais não é necessário o uso da água tipo I e da água para aplicações especiais.

Água Tipo III: para lavagem de vidraria em geral, produção de água de maior grau de pureza e preparação de culturas bacteriológicas.

Água para Aplicações Especiais: utilizada em procedimentos que requerem a remoção de contaminantes específicos - remoção de pirogênicos para cultura de tecidos / células e remoção de traços de orgânicos para cromatografia líquida de alta resolução.

Segundo Leme (1990). A Purificação da água, consiste na remoção, tão completa quanto possível das suas impurezas. Entendem-se como impurezas;

elementos químicos, microorganismos em gerais que possam afetar insegurança a saúde humana e a ensaios, elementos quem venham a agregar: odor, sabor, cor, condutividade, dureza, turbides entre outros.

O deionizador em questão é empregado para ambiente com pouco consumo de água tratada tipo II, como laboratórios farmacêuticos em industrias alimentícias e hospitais e hospitais. Dessa forma o transbordamento torna-se um problema para a higienização do local, porque esse locais devem atender as boa práticas de sanitização imposta pela ANVISA. Segundo a Resolução - RDC nº 210, de 04 de agosto de 2003, No item 11.1.4 As instalações devem ser mantidas em bom estado de conservação, higiene e limpeza.

Deve ser assegurado que as operações de manutenção e reparo não representem qualquer risco à qualidade dos produtos.

Segundo Segundo Shreve e Brink Jr,(1997 Pg. 23) em processos químicos industriais 4 ed, a purificação da água pode ser realizada por métodos diferente, Abrandamento, clarificação e desmineralização. O afirma que na atualidade, a troca iônica tornou-se um valioso processo de conversão química, onde sua utilização em grande escala industrial é ampla e inclui a comercialização de água desmineralizada com baixa condutividade elétrica.

As resinas de troca iônica removem eficazmente os íons da água trocando-os por íons H^+ e OH^- . As resinas são grânulos inferiores a 1 mm, compostos por polímeros insolúveis de elevada carga com um número elevado de locais de forte troca iônica.

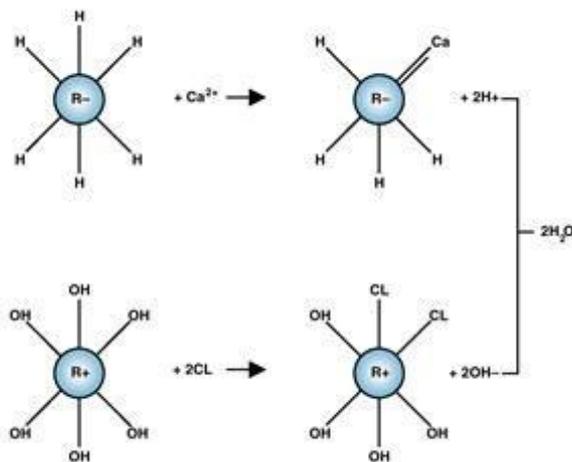
Os íons na solução fixam-se às resinas, onde – em função das suas densidades de carga relativas (carga por volume) – competem pelos locais de troca.

As resinas de desionização são catiônicas ou aniônicas e trocam íons de hidrogênio por cations, por exemplo, sódio, cálcio e alumínio ou íons hidroxílicos por anions, por exemplo, cloretos, nitratos e sulfatos. O íon de hidrogênio da permuta do cation une-se ao íon hidroxílico da troca do anion para formar água pura.

As resinas de troca iônica estão disponíveis em cartuchos ou cilindros. São normalmente utilizadas durante um período de tempo e, são substituídas quando os cations e anions tiverem exaustos, ou seja, tiverem substituído a maior parte dos locais de H^+ e OH^- ativos nas resinas.

Para melhor entendimento, abaixo esta inserida uma figura da estrutura molecular de H^+ e OH^- demonstrando representativamente a troca iônica.

Figura 1 – estrutura molecular troca iônica



Fonte: elgalabwate, 2014

A figura acima representa a troca iônica entre duas moléculas, a H^+ (hidrogênio) que faz permuta com os cátions elementos de carga positiva como Ca^+ (cálcio) ou Mg^+ (magnésio) e OH^- hidroxila que faz permuta com os ânions elementos de carga negativa como Cl^- (cloro) ou SO_4^- (Sulfatos).

2. Fundamentação teórica

Vantagens: Remove íons dissolvidos até 18,2 $\text{M}\Omega\text{-cm}$, (microsiemens) TOC (total compostos orgânicos) < 1ppb, Regeneração por desionização utilizando ácidos e bases, Solução de purificação de água econômica

Desvantagens: Não remove eficazmente bactérias, matéria orgânica, partículas ou agentes pirogênicos, capacidade finita – depois de ocupados todos os locais iônicos, os íons já não são retidos, As resinas regeneradas quimicamente podem produzir matéria orgânica e partículas, as resinas requerem a alimentação com de água pré-tratada de boa qualidade que seja eficaz e econômica.

Troca Iônica, Segundo Shreve e Brink Jr, (1977 p.23) em processos químicos industriais 4 ed. O Tratamento de água deve ser adaptado ao emprego particular ao qual será projetado o uso.

Conforme Shreve e Brink Jr, (1977 p.23). Em 1852, Way descobriu que a remoção de amônia de soluções aquosas que passavam por certos solos era na realidade uma troca com cálcio de um tipo especial de silicato presente no solo.

O estímulo real para resinas orgânicas trocadoras de íons ocorreu quando Adams e Holmes (1935) publicaram seu artigo sobre resinas trocadoras iônicas puramente sintéticas e descreveram as resinas trocadoras de ânions.

Deionização: Segundo Eymard de Meira Breda (2001 Pg. 08) é comumente utilizada nos laboratórios para produzir água purificada de consumo rotineiro; funciona através da adsorção das impurezas pelas resinas de troca iônica: as resinas catiônicas trocam seus íons hidrogênio (H^+) por contaminantes catiônicos (cálcio, magnésio, ferro, alumínio, manganês, cobre, zinco, cromo,

níquel e outros metais e cátions diversos); as resinas aniônicas trocam seus íons hidroxila (OH⁻) por contaminantes aniônicos (sulfato, sulfito, sulfeto, clorato, clorito, cloreto, nitrato, nitrito, fosfato, fluoreto e outros ânions, além da sílica). As resinas de troca iônica são polímeros orgânicos geralmente sulfonados e derivados do estireno e do divinilbenzeno, na forma de pequenas partículas quase sempre esféricas (diâmetro < 0,5 mm). Os principais fabricantes mundiais são a Bayer, Rohm & Haas, Dow Química e Resintech, entre outros.

Ainda complementa Eymard de Meira Breda (2001 Pg. 09) que o processo consiste em passar a água através de um leito dessas partículas, quando então os cátions e ânions presentes na água vão deslocando e substituindo gradativamente os íons hidrogênio e hidroxila ativos das mesmas, até saturá-las, ou seja, até que não haja mais íons H⁺ e OH⁻ para serem substituídos: nesse ponto, a resina tem que ser regenerada, isto é, tratada quimicamente de modo a se recuperar sua capacidade de troca iônica; o processo de regeneração é exatamente o inverso da operação, quer dizer, promove a substituição, nas partículas das resinas, dos cátions e ânions seqüestrados durante a operação normal por íons H⁺ e OH⁻, respectivamente.

A deionização isoladamente não produz água totalmente pura, pelos seguintes motivos:

- a) há fuga de pequenos fragmentos de resina do sistema durante a operação;
- b) a água estagnada nos tanques e cartuchos promove excessivo crescimento bacteriano;
- c) não remove alguns compostos orgânicos;
- d) não remove toda a matéria orgânica dissolvida na água de alimentação e, de fato, essa matéria orgânica pode colmatar (cobrir e bloquear) a resina.

Polímeros, segundo Kriebel (2002 p.22) O polímeros estão disponíveis de varias formas e concentrações diferentes. É essencial que sem tenha compreensão das diferentes características para avaliar adequadamente o projeto do processo e a utilização conforme necessidade. As resina para troca iônica são uma espécie de polímero e dependendo do emprego para a purificação da água, seja abrandamento ou desmineralização de água as propriedade são bem específicas.

PVC, é a sigla usada para identificar o polímero de adição policlreto de vinila. Ele é obtido pela reação de polimerização de cloretos de vinila (cloroeteno). Assim como ocorre com os outros polímeros de adição, a ligação dupla entre os carbonos é rompida, permitindo então a formação de ligações simples entre as moléculas do cloreto de vinila. O PVC, o polietileno e o PET são os polímeros mais utilizados no mundo. A sua principal aplicação é em tubos para encanamento de água e esgoto.

PE-Poliestireno, é um homopolímero resultante da polimerização do monômero de estireno. Trata-se de uma resina do grupo dos termoplásticos, cuja característica reside na sua fácil flexibilidade ou moldabilidade sob a ação do calor, que a deixa em forma líquida ou pastosa. É a matéria-prima dos copos descartáveis, de lacres de barris de chope de várias outras peças de uso doméstico, além de embalagens.

Resina Catiônica, conforme Mucciaccito (2007, S.P.), Resinas trocadoras de íons catiônicos ou simplesmente resina catiônicas são composta por uma matriz orgânica polimérica (R) de caráter forte (ácido sulfônico) ou de caráter fraco (ácido carboxílico), onde $-H$ ou $-Na$, consiste do cátion inorgânico relevante na troca. Em solução aquosa, assim podemos expressar de modo geral uma reação de troca iônica com resina catiônica contendo o cátion de Hidrogênio, Esse íons de Hidrogênio são capazes de ter a reação de troca com outros cátions contidos na água. A resina catiônica do grupo de hidrogênio (R-H₂) é mais utilizada no circuito de desmineralização ou desionização de água.

Resina Aniônica, conforme Mucciaccito (2007, S.P.) Resinas trocadoras de íons aniônicos ou simplesmente resinas aniônicas são resinas sintéticas do tipo fenol-formadeído e do grupo poliestireno no qual foram tornadas aniônicas pela introdução na molécula polimérica de grupos aminas básicas (aniônicos)

Apesar do sistema funcionar satisfatoriamente atendendo aos requisitos dos cliente, existe alguma reclamações pela dificuldade da regulagem na passagem de água e de frequentes transbordamentos. Isso acontece porque a atual coluna não tem medidor de nível e se abrir o registros muito rápido ou com muita pressão. O transbordamento é inevitável.

Rotomoldagem é um processo altamente versátil que possibilita uma vasta gama de produção a partir da transformação de termoplásticos. Por meio dele é possível idealizar e viabilizar os mais variados projetos para demandas, preferências e necessidades com as vantagens da personalização e do baixo custo. O presente trabalho será dividido em três etapas, resultados, Discussão e Conclusão.

3. Metodologia

Utilizou-se o conceito de metodologia aplicada, que tem como objetivo investigar, comprovar ou rejeitar hipóteses sugeridas pelos modelos teóricos.

Como o projeto antigo era realizado através de matéria prima semi pronta, (tubulação em PVC 5 polegada) ou seja já moldada, foi analisado que as mudanças não poderia ser realizadas com o mesmo material.

Realizou-se estudos de levantamento do material mais apropriado, que atende-se as especificações técnicas para todas as áreas de atuação do deionizador, seja elas no ambiente laboratorial ou hospitalar.

Dessa forma foi definido o material e conjunto com o processo de fabricação, matéria prima PE poliestileno e o processo de fabricação rotomoldagem.

O processo de rotomoldagem foi o escolhido por sua versatilidade e custo adequado à realidade da organização.

4. Análise e discussão de resultados

Análise: Após definição do material e processo foram dividido as tarefas nas seguintes etapas:

- Elaboração do desenho e molde, que ficou a encargo do projetista;
- Produção de amostras piloto, onde o responsável é o engenheiro de projetos;
- Análise e ensaios na permutação e em cliente pré estipulados, em processos diferente, onde o responsável será o Técnico em processos químicos.

Discussão:

O modelo deionizador (antigo) que apresentou transbordamento de água constantes em suas utilizações é produzido em tubulação de 5 polegada em PVC branco, com solda manual, nessas condições ficou inviável produzir um medidor de nível para que o operador do equipamento possa visualizar o nível de água.

Elaborou-se então um projeto que resultou no deionizador evolution 2, com medidor de nível e a possibilidade de dois modelos de condutivímetro.

No novo projeto foi levado em considerações os pontos fracos do deionizador tradicional como: a coluna de leito misto não tinha travas e nem medidor de nível, dessa forma quando se fazia abertura da água o transbordamento era eminente. Pontos forte do deionizador atual, facilidade para compra da tubulação, como o tubo de PVC já é comprado no formato cilíndrico não é necessário a confecção de moldes.

Ponto fraco: para confeccionar tubulação no formato de equipamento para acomodar a coluna deionizadora de leito misto é necessário solda em PVC e uma mão de obra especializada e difícil de encontrar no mercado. A tubulação cilíndrica não permite a confecção de um visor para que o operador do equipamento possa visualizar o nível de água

Sendo assim elaborou-se um projeto, onde deveria ter um medidor de nível e um caput que pudesse segurar a coluna de leito misto. O que melhor atendeu foi o processo de rotomoldagem em material PE- Polietileno, a peça foi dividida em 3 parte principais, sendo um reservatório, um domo(tampa Superior) e uma carenagem, todos fabricados pelo processo e rotomoldagem

O processo aprovado para execução do novo projeto foi de rotomoldagem, pela versatilidade e baixo custo dos moldes e operacional.

Os valores obtidos, após os testes executados no interior da Permutation multi serviços e em mais três clientes foram além do satisfatório, pois o objetivo principal era evitar o transbordamento de água no momento da utilização do aparelho foi atingido com perfeição, onde o domo (tampa superior) segura a coluna deionizadora leito misto, e com o medidor de nível desenvolvido no novo projeto, o operador poderá regular a quantidade necessária de água sem que o mesmo transborde.

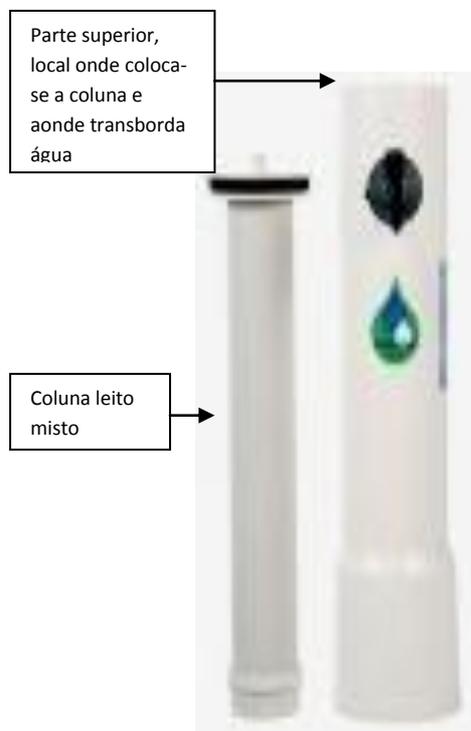
Outro ponto positivo foi a vazão do equipamento, projetado inicialmente tendo como base o modelo antigo 50 L/h, em testes foi observado a vazão de 75 L/h no equipamento com condutivímetro digital e 110 L/h no equipamento com sensor condutivímetro Óptico..

Pontos fracos: se faz necessário a confecção de moldes e ferramentas.

Pontos fortes: permite um designe inovador e com curva e traços retilíneos com possibilidade de um medidor de nível a local para colocar condutímetro digital.

Abaixo estão inseridas a imagem do deionizador tradicional Evolution para coluna 1800 litros com as características técnicas e a figura do novo projeto o Deionizador Evolution 2, com suas características técnicas.

Figura 1 – Deionizador tradicional



DEIONIZADOR TRADICIONAL - MODELO DE 1800 EVOLUTION (MODELO ANTIGO)

Características:

Confeccionado em plástico PVC

Possui sensor condutivímetro de alarme ótico (alertando da necessidade da troca da coluna). A lâmpada vermelha da célula condutimétrica indica quando há necessidade de troca da coluna intercambiável

Condutividade : 0,7 a 4,0 μ S/cm

Resistividade : 1,5 a 0,3 M Ω xcm

pH: 5 a 8

Eletrólitos totais dissolvidos <1 ppm

Utiliza em seu interior coluna de resina catiônica e Aniônica em leito misto

Conforme foto ao lado, no topo da coluna não tem nenhum fixador da coluna e a borracha de vedação que tem na coluna não é o suficiente para evitar o transbordamento da água, podemos observar também que como não tem visor ficar difícil para o operador regular a vazão sem que haja o transbordamento.

Fonte: Permution multi serviços, 2014

A figura acima trata-se do atual deionizador, fabricação em tudo de PVC 5 polegadas

Figura 3 – Deionizador evolution 2



Projeto novo - Deionizador Evolution 2

Características:

Confeccionado Polistileno – PE processo Rotomoldagem

Possui sensor de dois modelos:

Condutivímetro digital

Condutivímetro de alarme ótico (alertando da necessidade da troca da coluna). A lâmpada vermelha da célula condutimétrica indica quando há necessidade de troca da coluna intercambiável

Condutividade : 0,7 a 4,0 $\mu S/cm$

Resistividade : 1,5 a 0,3 $M \Omega xcm$

pH: 5 a 8

Eletrólitos totais dissolvidos <1 ppm

No novo projeto foi desenvolvido um Domo que serve como um caput, ideal para seu desempenho, pois a coluna fica travada no seu deionizador que segura a coluna de leito misto, a mesma coluna utilizada no equipamento anterior.

Nesse novo projeto, possui um visor para acompanhar o nível de água em três níveis: baixo, ideal e máximo. Dessa forma o operador poderá controlar a vazão da água purificada sem que haja o transbordamento.

Utiliza em seu interior coluna de resina catiônica e Aniônica em leito misto.

Fonte: Permution multi serviços, 2014

A figura acima trata-se do novo projeto deionizador com visor de nível e condutivímetro digital.

5. Conclusão

De modo geral, o objetivo geral, quantos ao transbordamento de água e os específicos, implementação de local para condutivímetro digital e melhoria da vazão do equipamento foram atingidos, conclui-se que a nova versão do deionizador atingiu os parâmetros estipulados na sua totalidade, os teste realizados na empresa Permutation multi serviços e em três cliente, o novo modelo foi aprovado, onde os objetivos foram atingidos da seguinte forma:

- Controle efetivo da vazão de água nos níveis médio, normal e máximo, sem transbordamento.
- Vazão além do estimado no projeto inicial, que era de 50 L/h e chegou a 70 L/h no modelo digital e 110 L/h no modelo óptico.
- Inclusão do condutivímetro digital possibilitando o controle da condutividade de maneira quantitativa.

6. Referências:

- 1- SHREVE, R.N.; BRINK JR, Indústria de processos químicos. 4 ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara, (1997).
- 2- MUCCIATO, J.C Tratamento com resinas trocadoras de íons. (S.I): 25 ed. Revista e Portal Meio filtrante,(2007).
- 3- KRIEBEL,G. Nível Básico: Alimentação química: Os problemas dos polímeros. Volume: 2,Numero: 6,(2002).
- 4- LEME,F.C. Teorias e técnicas de tratamento de água. Rio de Janeiro: Ed. associação brasileira de engenharia sanitária, 1990, 2 edição.
- 5- <http://www.elgalabwater.com/ion-exchange-pt> , às 14:53 de 25/11/2014
- 6- http://www.permutation.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=34&Itemid=190, as 20:11 de 10/11/2014
- 7- <http://www.rotomixbrasil.com.br/o-que-e-rotomoldagem/>, às 19:30 de 22/11/2014
- 8- Água grau reagente para laboratórios e outros fins especiais Eymard de Meira Breda (2001) disponível em <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/ea000080.pdf>, as 16:30 de 15/12/2014
- 9- Resolução - RDC nº 210, de 04 de agosto de 2003, em http://www.cff.org.br/userfiles/file/resolucao_sanitaria/210.pdf, às 16:20 de 25/11/14
- 10- <http://www.mundoeducacao.com/quimica/polimero-pvc-policloreto-vinila.htm>, as 17:35 de 16/12/2014
- 11- <http://pt.wikipedia.org/wiki/Poliestireno>, às 18:00 de 16/12/2014

Agradecimento

Agradecimento a empresa Permutation Multi serviços, pelo incentivo a pesquisa e inovação bem como pela oportunidade dessa melhoria e disponibilidade aos trabalhos.