



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFAMEC BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

PROCESSO QUÍMICO DO HPMC: ESTUDO DE CASO RELACIONADO A REAÇÃO E FILTRAÇÃO.

Luan Botelho Lima, luanbotelho2011@hotmail.com¹

Luís Gabriel Gomes Pereira, l.gomes@outlook.com²

Centro Universitário UniFAMEC, Tv. da Avenida Leste, Camaçari - BA, 42801-170

Centro Universitário UniFAMEC, Tv. da Avenida Leste, Camaçari - BA, 42801-170

RESUMO

A pesquisa foi pautada em um do estudo de caso que teve como objetivo o processo químico de produção do HPMC (hidroxipropil metil celulose), focando nas etapas do processo de reação e filtração. Através não apenas de observação, mas também na prática colaborativa da empresa participando ativamente nos procedimentos realizados na mesma. Além disso, descrever algumas etapas dos procedimentos desenvolvidos, mostrando o seu passo a passo, assim como as falhas no processo de lavagem do filtro. Apontando através do histórico as falhas e as ações propostas para compor um plano de ação, para sanar os problemas decorrente das ocorrências, no desenvolvimento do trabalho também constam um pouco do que é e quais suas aplicações do HPMC, que é conhecido nas indústrias alimentícias, farmacêutica, construção civil e entre outras, bem como outros ramos, são abordadas as etapas da reação química do HPMC. Oferece-se um conceito ainda sobre filtração e reação, descreve ainda o processo da preparação de suspensão para filtração.

Palavras-chave: HPMC; Reação; Filtração; Lavagem; Espessamento; Sedimentação.

¹ Graduando em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário UNIFAMEC. E-mail: luanbotelho2011@hotmail.com.

² Professor orientador do curso de Bacharelado em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário UniFamec. Graduado em Engenharia Química pela UFBA; Mestre em Engenharia Química pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da UFBA; doutorando em Engenharia Química pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da UFBA, com período sanduíche pela University of Groningen-NL. E-mail: l.gomes@outlook.com.

ABSTRACT

The research was based on a case study that aimed at the chemical production process of HPMC (hydroxypropyl methyl cellulose), focusing on the stages of the reaction and filtration process. Through not only observation, but also in the collaborative practice of the company by actively participating in the procedures performed there. In addition, to describe some steps of the developed procedures, showing its step by step, as well as the failures in the filter washing process. Pointing through the history the failures and the proposed actions to compose an action plan, to solve the problems arising from the occurrences, in the development of the work also contains a little of what is and what are the applications of HPMC, which is known in food industries, pharmaceutical, construction and others, as well as other branches, are addressed the steps of the chemical reaction of HPMC. A concept of filtration and reaction is offered, and the process of preparing a suspension for filtration is described.

Keywords: HPMC; Reaction; Filtration; Washing; Thickening; Sedimentation.

1. INTRODUÇÃO

A produção de HPMC (hidroxipropil metil celulose) no Brasil apresenta-se como uma novidade para as indústrias petroquímicas, sendo um processo fortemente exotérmico composto por reagentes químicos e proveniente da família de éteres de celulose.

O projeto de produção foi iniciado no Brasil em 2010, em parceria com incentivos do BNDES. No decorrer desses anos foram desenvolvidas receitas em laboratório teste e plantas pilotos para se obter o conhecimento com a nova tecnologia e aprimorar seu desenvolvimento no processo.

Depois de todo trabalho de pesquisa, iniciou-se o desenvolvimento e a construção do projeto para alta escala de produção, visando produzir inicialmente 250 toneladas/mês com especificações de equipamentos de alta tecnologia.

Esse processo passa tanto na área operacional como nas subestações elétricas e instrumentação em geral, focando nos conceitos da indústria 4.0, facilitando as análises dos processos com o uso de indicadores mais precisos.

Em tempo real, como ferramentas analíticas para informações preditivas e com diagnósticos, auxiliando na rápida tomada de decisão com mais assertividade, garantido maiores índices de confiabilidade nas operações.

O HPMC é muito presente em aplicações na composição de diversos produtos do nosso dia a dia e em inúmeros itens comercializados no mercado, podendo ser facilmente encontrado nas áreas da construção civil, na formulação de itens como argamassa, cosméticos, produto de limpeza, farmacêuticos, alimentícios, álcool em gel entre outros.

Este Processo foi desenvolvido no Brasil pensando em customizar um produto que é o principal composto de beneficiamento de diversos subprodutos. A sua aplicação melhora a qualidade de diversos produtos tornando-os mais competitivos, ajudando a aquecer o mercado com otimização do custo-benefício para as empresas de pequeno e grande porte em toda América Latina nos mais diversos segmentos, gerando produtos de alta qualidade, com suas propriedades e especificações para atender todo mercado consumidor.

Neste estudo de caso observa-se os processos desenvolvidos na unidade, a partir do processo químico do HPMC relacionado a reação e filtração, e as matérias primas utilizadas na reação química do mesmo, seguindo etapas para a sua formulação. Neste estudo, também se descreve as etapas da preparação de suspensão para o filtro, assim como os principais desafios para a eliminação de falhas que podem ocorrer no processo de lavagem e filtração. Estas ocorrências podem gerar impactos ambientais, alterar as propriedades do produto ao final do processo, gerando insatisfação do cliente pela sua ineficiência. Ainda no que confere as questões ambientais, faz-se referência a preocupação ao descarte e o destino dado aos resíduos que são produzidos nas etapas do processo.

Para facilitar o entendimento e oferecer uma melhor compreensão do processo, serão apresentados ao longo deste trabalho alguns gráficos com análises de dados coletados durante o estudo real e ao final, serão apresentadas a uma proposta de solução validada e aprovada pelo controle de qualidade. Diante do exposto, faz-se necessário apresentar o seguinte problema de pesquisa: “COMO SE DESENVOLVE O PROCESSO QUÍMICO DE REAÇÃO E FILTRAÇÃO DO HPMC?”

1.1 OBJETIVO GERAL

Através do estudo de caso, pretende-se analisar o processo sistemático do filtro BHS (Filtro de pressão rotativo) no intuito de identificar os gargalos da produção, controle de paramentos e paradas não programadas e geração e descarte de resíduos. No

processo de filtração do HPMC é necessário seguir os procedimentos pré-definidos por projeto nas bateladas e fazer todas às operações críticas e análises laboratoriais para certificar a concentração de sal que contem no produto final, garantindo a especificação do produto, qualidade e estabilidade no processo, focando na redução dos impactos ambientais e redução dos resíduos gerados nas operações da filtragem.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar variáveis do processo como temperatura, vazão, pressão e amperagem de rotação do filtro rotativo BHS ao longo do processo de produção do HPMC;
- Apontar as falhas operacionais durante o processo de filtração do HPMC;
- Observar o comportamento operacional do equipamento de entrada no filtro BHS;
- Identificar e classificar as falhas operacionais;
- Validar as competências e qualificações da mão de obra.

2. METODOLOGIA

A pesquisa é classificada como exploratória no processo já implementado e com sua produção em escala industrial proposta pelo projeto, assim será realizada a busca através de observação, revisando procedimentos, fazendo consultas em materiais descritos pela engenharia de processo.

Podendo ser encontrados também em pesquisa bibliográfica ou estudo de caso, como abordado por Gil (2008) que descreve o funcionamento e estrutura das modalidades apresentadas.

Para o escopo da pesquisa será necessário a coleta de dados que constam em procedimentos definidos por projeto, assim como, em dados encontrados in loco em plena operação.

Utilizando-se materiais que vão desde requerimentos técnicos operacionais, oportunidades de melhoria observadas no processo produtivo, documentação de escopo do projeto como plantas e diagramas com o dimensionamento e especificações dos equipamentos instalados e produtos utilizados como os insumos e agentes químicos durante o processo de reação.

Também, forma utilizadas ferramentas de gestão industriais de melhoria de processos como: ciclo PDCA, Kaizen, 5S e TPM. Além disso, também foram utilizados artigos acadêmicos, assim como foi realizada a consulta em sites confiáveis que forneçam subsídios para a construção do trabalho de conclusão de curso.

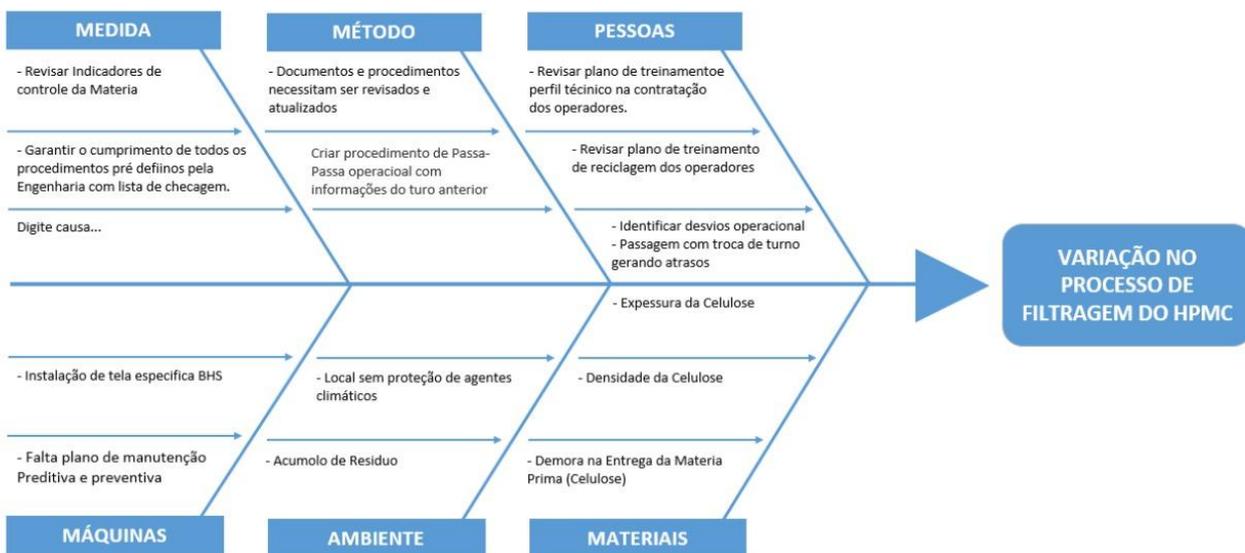
Além da coleta e seleção de material para o devido referenciamento do trabalho, também será realizado um estudo de caso sobre as atividades realizadas na empresa, apresentando elementos reais do dia a dia nas etapas produtivas.

Podem ser citados como exemplo: gráficos de produção de indicadores de controle de qualidade, análises laboratoriais, conformidade e desvios operacionais, a partir destas investigações foi formulado um plano de ação que terá como objetivo classificar todos os itens e suas devidas ações para um acompanhamento individual com o intuito de medir e comparar os potenciais impactos ao longo do processo.

O estudo de caso segundo Yin (2005) é um evento real que passa a ser verificado a partir de um processo de investigação que tem como objetivo definir situações em um contexto real utilizando fontes variadas que evidenciem o objeto estudado.

Para o tipo de estudo em questão, foi elaborado um mapa conceitual em formato de espinha de peixe para explicar, por meio de um exemplo, o processo existente quanto a variação no processo de filtragem do HPMC, facilitando assim a compreensão dessa etapa do trabalho.

Figura 1: Variação no Processo de Filtragem do HPMC.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Ainda, além da figura situada anteriormente, é importante que exista a elaboração de um plano de ação com o intuito de exibir resumidamente o processo de filtragem, afim de eliminar variáveis que possivelmente podem surgir, além de melhorar a qualidade do produto em questão, sem esquecer de levar em consideração também que vai ocorrer uma redução no tempo de produção do mesmo.

Tabela 1: Plano de Ação

Itens	5W (5 PQs)					2H (Como e quanto custa)		
	O Que será feito?	Porquê?	Onde?	Quem irá Fazer?	Quando?	Como Será feito?	Quanto Custa?	Status
1	Revisar Indicadores de controle da Matéria prima.	Necessário para setup correto do processo.	Sala Reunião	Engenheiro	03/out	Pesquisa sites especializados.	Varia de 100-1.000 reais cada solicitação	Feito
2	Garantir o cumprimento de todos os procedimentos pré definidos pela Engenharia com lista de checagem.	Identificar se o operador está seguindo o procedimento.	Sala Reunião	Engenheiro	10/out	Via chamada de vídeo, presencial e consulta material necessário.	Estimado no início	Feito
3	Documentos e procedimentos necessitam ser revisados e atualizados	Identificar se as informações estão atualizadas e conforme revisão de projeto.	Sala Reunião	Engenheiro	17/out	Revisão e reatualização de registros presentes e a ser adicionados.	Estimado no início	Feito
4	Criar procedimento de Passa-Passa operacional com informações do turno anterior	Ter clareza na comunicação e facilitar o acesso as informações entre os turnos.	Equipamento	Engenheiro	20/out	Via e-mail, chamada de áudio, vídeo ou presencial.	Estimado no início	Feito
5	Revisar plano de treinamento perfil técnico na contratação dos operadores.	Ter clareza na comunicação das informações entre todos operadores.	Sala Reunião	Engenheiro	20/out	Via e-mail, chamada de áudio, vídeo ou presencial.	Estimado no início	Feito
6	Revisar plano de treinamento de reciclagem dos operadores	Ter clareza na comunicação das informações entre todos operadores.	Sala Reunião	Engenheiro	20/out	Via e-mail, chamada de áudio, vídeo ou presencial.	Estimado no início	Feito
7	Otimizar passagem de turno com troca de turno gerando atrasos.	Reduzir desperdícios de tempo durante troca de turno	Equipamento	Operador	20/out	Via e-mail, chamada de áudio, vídeo ou presencial.	Estimado no início	Feito
8	Procedimento de checagem da Espessura da Celulose (Plano de Reação)	Evitar redução na qualidade do material	Equipamento	Operador	20/out	Via e-mail, chamada de áudio, vídeo ou presencial.	Estimado no início	Feito
9	Procedimento para densidade da Celulose (Plano de Reação)	Evitar redução na qualidade do material	Equipamento	Operador	20/out	Via e-mail, chamada de áudio, vídeo ou presencial.	Estimado no início	Feito
10	Eliminar acúmulo de Resíduo	Eliminar riscos de acidentes e atrasos operacionais.	Equipamento	Operador	20/out	Via e-mail, chamada de áudio, vídeo ou presencial.	Estimado no início	Feito
11	Melhor a proteção contra de agentes climáticos	Evitar ação negativa de agentes climáticos	Equipamento	Operador	20/out	Via e-mail, chamada de áudio, vídeo ou presencial.	Estimado no início	Feito
12	Criar plano de manutenção Preditiva e preventiva	Evitar paradas longas e redução deparadas por necessidade de manutenção corretiva.	Equipamento	Operador	20/out	Via e-mail, chamada de áudio, vídeo ou presencial.	Estimado no início	Feito
13	Instalação de tela específica BHS	Evitar possíveis acidentes	Equipamento	Operador	20/out	Via e-mail, chamada de áudio, vídeo ou presencial.	Estimado no início	Feito

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Abordar sobre a utilização da hidroxipropil metil celulose nos diversos segmentos das indústrias é uma tarefa que requer um entendimento do que vem a ser este produto, pois ao mesmo tempo que é utilizado na indústria alimentícia, pode ser usada também na construção civil. A Anfarmeg 2015 também faz considerações a respeito desta utilização e o percentual indicado para determinados fins. Oliveira (2016) faz considerações sobre a utilização do HPMC e os resultados que este pode promover para determinado fim. O autor afirma ainda que “Quatro diferentes tipos de HPMC estão comercialmente disponíveis para suprir diferentes necessidades de aplicação cada um deles encontrados em diversas faixas de massa molar.” (p.14)

Há também por parte de Queiroz (2008) um reforço da utilização do produto na composição de medicamentos e os formatos em que são encontrados e as diferentes especificidades na área médica. E dentre as informações, apresenta os conceitos formulação e aspecto a depender da manipulação.

3.1 O HPMC E SUAS APLICAÇÕES

A hidroxipropilmetilcellulose (HPMC), tem sido utilizado nos mais variados ramo das indústrias. Queiroz (2008) faz referência ao uso da substância na indústria farmacêutica presente na composição de medicamentos. Este funciona como, agente de revestimento, cobertura; formador de película (filme); agente estabilizador; agente de suspensão; unificador de comprimidos; agente de incremento da viscosidade.

De acordo com a Anfarmag 2015, o HPMC pode ser usado para diversas finalidades, e descreve que:

[..] entre as quais como agente de revestimento, formador de filme, matriz para liberação controlada, agente estabilizante, agente suspensor, aglutinante, agente de viscosidade. Também pode ser empregada na manufatura de cápsulas como adesivo, plastificante e agente umidificante. Na concentração de 2% a 5%, é empregada com a função de agente aglutinante tanto para via úmida como seca para comprimidos. Já em altas concentrações (10% a 80%), é empregada para a liberação retardada em comprimidos ou cápsulas.

Queiroz (2008) define o HPMC como um éter de propileno glicol e metil celulose que pode ser apresentado na forma de pó fibroso ou granular, branco ou levemente esbranquiçado, que em contato com a água produz uma dispersão coloidal viscosa.

A depender do manuseio pode apresentar diferentes aspectos, sendo que, sob aquecimento se transforma em estado de gel, com resfriamento retorna ao estado sol, e insolúvel em etanol. Este tem sido utilizado na indústria farmacêutica desde a década de 60.

Quanto ao armazenamento o pó de PHMC deve permanecer em local fresco e seco, em recipiente bem fechado. O material é considerado não tóxico e não irritante, contudo, o uso em excesso pode causar problemas gastrointestinais.

Esse produto é utilizado em diversos subprodutos para a fabricação de produtos de vários ramos, como fitas adesivas, na agricultura, na construção de tecidos, em materiais de construção como cimento, argamassa, em cosméticos, maquiagem, shampoo, creme, alimentos industrializados como salame, calabresa e em produtos farmacêuticos cápsulas de comprimido, creme de massagem, revestimentos, tintas para pintura ou impressão, na estabilização de látex e na polimerização (QUEIROZ, 2008).

3.2 PROCESSO DE FILTRAÇÃO

A filtração é uma operação unitária muito importante que permite soluções inovadoras em diversas aplicações. Nos processos, suspensões podem ser filtradas, lavadas e secadas mesmo em altas temperaturas e pressões na operação do filtro para separar o sólido do líquido.

O filtro horizontal a tambor com pressão e vapor, tem a função de girar em baixa velocidade para garantir uma sedimentação, seguindo em estabilidade e com vapor. Para o processo de lavagem, é retirado o sal da torta concentração com baixa umidade no produto, além de injetar vapor para limpar as telas e retirar a umidade do produto.

Executa-se a abertura da torta realização das lavagens, assim como a retirada do sal da concentração com baixa umidade no produto, durante o processo de secagem da torta injetando vapor para limpar as telas e retirar a umidade do produto.

O filtro rotativo é um equipamento contínuo que proporciona grandes vantagens: teor de umidade da torta extremamente baixa, Sólidos puros através da lavagem da torta, simplificação do processo. Esse sistema foi desenvolvido para atender as exigências para operações de separação de líquido do sólido nas indústrias química, farmacêutica e alimentícia.

O fluido em suspensão entra na lateral do filtro rotativo BHS preenchendo as calhas e as telas formando uma polpa que será prensada nas telas passada por várias

etapas. A diluição na alimentação dessa suspensão que vem do vaso de preparação aumenta a velocidade de sedimentação de partículas, melhorando a qualidade e otimizando o tempo de residência da filtração, que significa melhor separação.

1º Etapa: Separação sólido da água

A característica espessamento é a operação de separação líquido do sólido está diretamente relacionada com o estado de dispersão baseada na sedimentação da polpa, o percentual de sólidos na polpa em maiores concentrações lançada no filtro pode ser crítico para o desempenho.

2º Etapa: Lavagem da polpa para retirar a concentração sal

Importante para garantir uma lavagem eficiente e eficaz atendendo os limites de especificações, entre outra recuperação das águas 1ºe 2º lavagem para polpa, contendo concentração mais adequadas para operações subsequentes e rejeitos para outros destinos descarte.

Passando acompanhar melhor essa operação unitária ficou, mas fácil de interpretar as variáveis de medição temperatura, rotação, pressão, vazão, da filtração. Foi analisando as variáveis graficamente e fisicamente desse equipamento importantíssimo no processo de fabricação do HPMC. Além do filtro temos outros loops de processo lavagem secagem da polpa essas operações define a qualidade do produto final, tendo a figura 3 como um exemplo de saída da polpa lavada e seca, localizada no apêndice.

Nessa etapa da filtração o produto é coletado e enviado para o laboratório uma amostra para certificar algumas propriedades da polpa, humidade, concentração de Sal e sólidos com o resultado da amostra e tomado uma ação para corrigir essas propriedades é enquadra o produto na especificação do cliente.

O loop de condensado para lavar as telas e retirar o sal vem de dois vasos responsável pela 1ºe 2º lavagem tornando o loop uma malha fechada as condições de operação são críticas desse loop de lavagem, manter a temperatura em 96 °C, níveis 55%, vazões do loop estáveis e renovação do condensado.

4. ESTUDO DE CASO

A unidade em que o estudo de caso foi desenvolvido situa-se em Candeias, região metropolitana de Salvador, e atua na produção de produtos químicos, como por exemplo o HPMC, HCL, Sulfato de Potássio e Cloreto de Metila, e conta com quantitativo de funcionários, sendo eles 156 diretos e 20 indiretos, e com venda e distribuição para diversos seguimentos industriais.

(a) Equipamentos envolvidos:

Os equipamentos que compõem uma planta que produz HPMC é um projeto muito complexo, além de ser técnico e atrativo ao mercado industrial com todas as exigências no que se refere às especificações de material de construção, e dos equipamentos bombas especiais, tubulações revestidas, trocadores térmicos, radiadores, granulado, sistema de despressurização, moinho, queimador e reator.

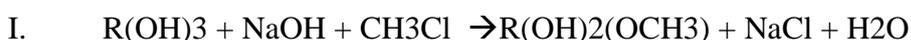
Cada um desses equipamentos tem sua importância no processo de produção do HPMC, levando em consideração as criticidades citadas abaixo.

- **Reator químico, com agitação horizontal:** É responsável por transformar em reação química do HPMC os produtos de cadeias físicas extintas em estado líquido, sólido, gás de taxa inflamáveis muito alta e fortemente exotérmica a reação.
- **Tanque de armazenamento, preparação e trituração da suspensão:** essa etapa é importantíssima para garantir uma homogeneização, e com uma bomba de trituração deixando a suspensão uniforme para facilitar o escoamento e poder corrigir o PH da suspensão com sulfúrico ou soda caustica 50%, dependendo de como encontrasse acida ou alcalina. Outra função deste tanque é fazer as amostragens laboratoriais analisando concentração de sólidos, Sal (NaCl), PH, subprodutos produzidos na reação.
- **Filtro rotativo pressurizado com injeção a vapor e águas de lavagens:** equipamento responsável por separar o líquido dos sólidos e diminuir a concentração de sal que é um subproduto produzido pela reação.
- **Vasos de 1º e 2º lavagem:** responsáveis pela retirada do SAL (NaCl) da suspensão que entra no filtro BHS, com isso a vazão da água segue em estabilidade e o tempo de residência e que torta passa no filtro e onde garante a qualidade do produto na saída do filtro.

4.1 MATÉRIAS PRIMAS UTILIZADAS NA REAÇÃO QUÍMICA DO HPMC

Para exemplificar as matérias primas utilizadas nas reações químicas do HPMC, a tabela 1 contém as informações referentes a quantidade de químicos na batelada e está situada no apêndice deste artigo. Dessa forma, a partir dos valores estimados na tabela, é possível compreender as reações referentes ao processo.

Tais reações são aquelas que ocorrem durante a fabricação de HPMC (Hidroxipropilmetil Celulose) onde R é a unidade anidro glicose da cadeia celulósica:



Reação I. É a reação primária, enquanto reações II e III são secundárias ou reações de subproduto.

Quando o HPMC é produzido, várias matérias-primas além da celulose, são adicionadas ao reator. Soda, Cloreto de Metila, e Óxido de Propileno são as matérias-primas puras utilizadas. Uma corrente de reciclo chamada de gases de venteio é também carregada ao reator. Este gás de venteio reciclado é composto de 10-30% Cloreto de Metila, 40-80% éter de dimetílico e 1-3% metanol, água e glicol. Todas as matérias-primas e quantidades de gás do sistema de venteio são adicionadas proporcionalmente a quantidade de celulose.

A reação química do HPMC (hidroxipropil metil celulose) segue várias etapas até chegar ao produto final, a reação é iniciada com a adição da soda caustica, e agitação para homogenias toda massa que se encontra no reator.

Em seguida, descarrega uma massa de celulose ou algodão pelo topo do reator, essa fase é muito importante para fazer amostragem para saber a concentração de oxigênio no reator.

Passando por essa etapa continua a adição dos químicos, Óxido de Propileno, produto altamente inflamável de alta taxa calorífica muda rapidamente a característica de reação dentro do reator, as duas variáveis, temperatura e pressão sobem rapidamente.

Por final entra o cloreto de metila por ter uma característica gelada 10 °C para estabilizar as elevações das variáveis, assim mantendo o controle da reação em 135°C, passa para o cozimento por 60min.

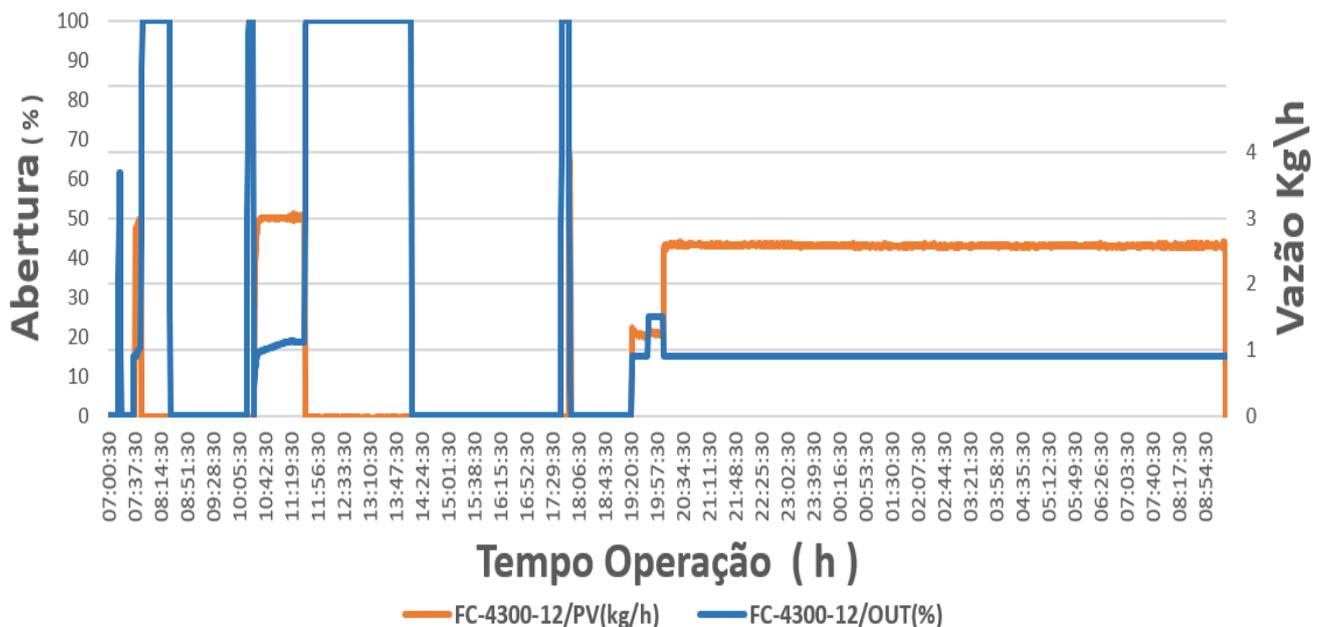
Analisando o gráfico 1 e as variáveis em questão, é vista uma turma de operadores de processo operando a filtração de forma aleatória. Avaliando a vazão, observa-se claramente que o processo teve dois distúrbios em função da alta vazão de suspensão de entrada no equipamento de filtração BHS. Com a vazão da suspensão em 5.0 a 6.5 m³/h na entrada do filtro, a pressão aumenta até 1.2 BAR, chegando ao set de segurança, assim toda a malha de alimentação para a entrada do filtro BHS está parcialmente obstruída.

Ações tem que ser tomada para assegurar a integridade do selo do equipamento, uma vez que distúrbios como este causam obstrução no loop, magotes e perda de produção, aumento na demanda de serviço da operação e manutenção e paradas não programadas no equipamento.

4.3.1 ÁGUA DE PROCESSO – 1ª LAVAGEM COM ALTA CONCENTRAÇÃO DE RESÍDUO

Gráfico 2: Obstrução – 1ª Lavagem

1º Lavagem Disturbio



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

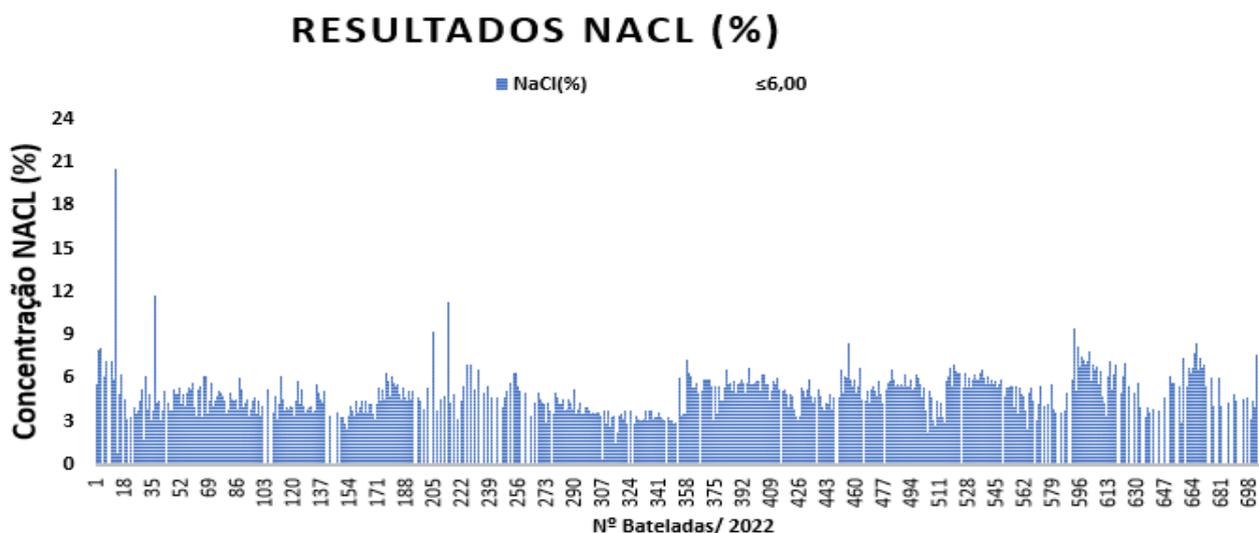
Analisando o gráfico 2, é possível observar que o loop da lavagem não está em condições normais. A válvula de controle FC-4300-12 está modulando para abrir, chegando até a abertura 100%, que é característica (PID), onde ação não teve aumento

de vazão no FT-4300-12, com os dados das variáveis acima fica confirmada a obstrução no loop da 1ª lavagem que vem do D-4310 em que a concentração de sal, HPMC gelificado e glicóis é muito alta em relação as outras lavagens.

A característica de operação dessa malha de processo é (PID) diretamente proporcional: aumentando a abertura da válvula aumenta-se a vazão de água da 1ª lavagem.

4.3.2 INEFICIÊNCIA NA 1ª LAVAGEM CAUSA ALTA CONCENTRAÇÃO DE SAL

Gráfico 3: Resultados 2022 NaCl (%)



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Analisando o gráfico 3, são vistos resultados laboratoriais das análises que mostram a concentração do sal no produto final do HPMC, assim não tem estabilidade nas especificações requerida do cliente, com isso grandes problemas são gerados como, a insatisfação do cliente, além da baixa qualidade do produto e danos ao meio ambiente.

O grande problema da concentração de sal é a ineficiência da 1ª lavagem com baixa vazão e água saturação com resíduo de HPMC gelificado, glicóis e sal em excesso na lavagem do processo da filtração.

4.4 RESÍDUOS PARA EFLUENTE

A empresa tem a responsabilidade de tratar os efluentes e os resíduos por ela produzidos. Contudo, essa ainda é uma dificuldade de acordo com Braski (2008). Para que tenha seu destino adequado o resíduo precisa ser classificado de acordo com a NBR 10004, que é dividida em classe I o resíduo perigoso e classe II resíduo não perigoso.

No que se refere ao tratamento de resíduos produzidos pela indústria, Crespilho (*et al* 2004) faz considerações importantes, corroborando com o pensamento expresso por Braski, e afirma que:

Os tratamentos de efluentes industriais envolvem processos necessários à remoção de impurezas geradas na fabricação de produtos de interesse. Os métodos de tratamento estão diretamente associados ao tipo de efluente gerado, ao controle operacional da indústria e às características da água utilizada. (p. 387)

Cabe a indústria cumprir com seu papel dentro da sociedade, que é a promoção de segurança para a população local, tendo como objetivo o devido tratamento e destino aos resíduos que por ela são gerados a partir da produção de insumos.

Esta deverá atender às normas que tratam da temática acima, lembrando que o tratamento está diretamente relacionado com a atividade desenvolvida, que pode ser enquadrado como resíduo perigoso ou resíduo não perigoso, ainda que o tratamento seja de certa forma oneroso para a companhia, o mesmo precisa ser realizado, para o bem da sociedade, assim como para o meio ambiente.

Com os resíduos gerados na filtração, água de lavagem e o resíduo de obstrução com alta concentração de SAL, HPMC gelificado e Glicóis, o custo para manter esse efluente sempre no nível e nos parâmetros ambientais fica muito elevado.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como todo procedimento é passivo de falhas, constatou-se que a realização de algumas tarefas desenvolvidas na empresa apresentou falhas em algumas de suas etapas, e a partir da observação e conhecimento adquiridos em relação as práticas das atividades do setor por fazer parte da vivência, pôde-se pontuar as falhas e apresentar um plano de ação que contribua para a resolução dos problemas.

- a) É necessário definir soluções benéficas para redução do tempo da filtração, garantir a qualidade do produto final, otimizar 1º lavagem residuais gerados na produção do HPMC.

Padronização nas operações do filtro BHS.

(VEOL) é um documento determinado pela engenharia de processo que define os valores de operação como limites MIN ou MAX, alarmes, interlock.

LT-4205-07A nível do vaso de suspensão que transfere para o filtro BHS. (Valor do nível máx. 95% e min 15%)

FT-4300-10 vazão da suspensão para entrada do filtro BHS. (Valor de vazão 3,5 a 4,5 m³/h) acima desse valor começa a ter distúrbios no processo OBSTRUÇÃO NA ENTRADA FILTRO BHS.

PT-4300-17 pressão da suspensão na entrada do filtro BHS. (Valor de pressão 0.35 0.50 bares) acima desse valor mostra que a entrada está obstruindo

FT-4300-12 manter água da 1º lavagem com vazão de 3 m³/h para retirar todo o sal que encontrasse na polpa. Ao finalizar a filtração manter água de lavagem em 3 m³/h e vapor para limpa as calhas e telas por 15min e em seguida renovar a água D-4310 D-4320 e aguarda a próxima filtração.

Solução da problemática da 1º e 2º lavagem:

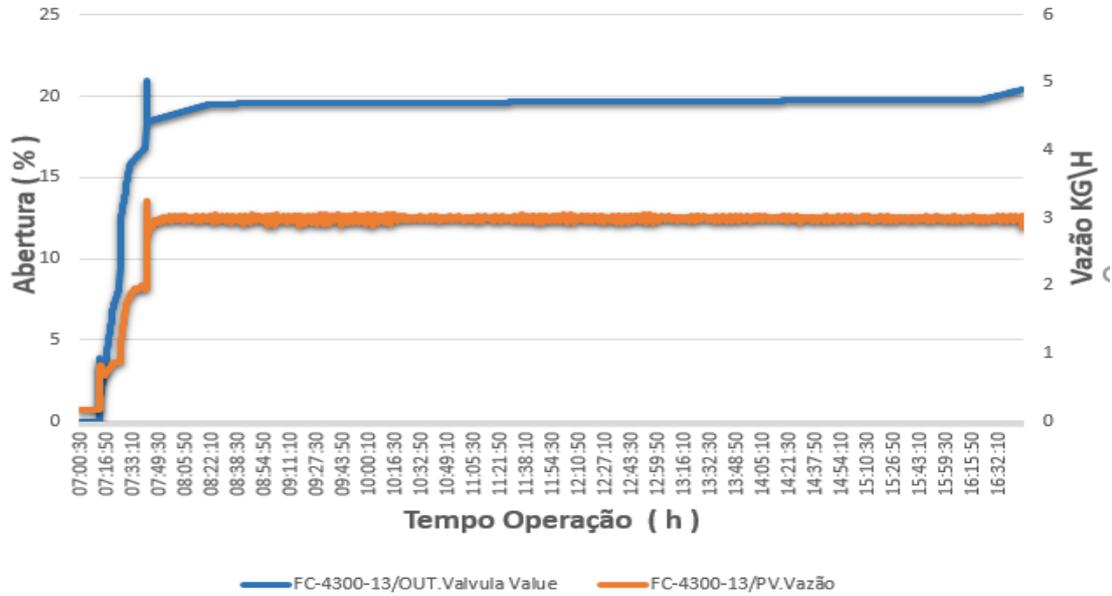
Na 1º e 2º lavagem do filtro BHS foram realizados vários testes, análises laboratoriais para encontrar dados de operação, para as tomadas de decisões em que variáveis ajustar, na malha de processo do D-4310, D-4320, onde a concentração de sal e HPMC gelificado é muito alta.

Fluxograma do processo: Filtração e 1ª e 2ª lavagem

BATELADA 364

Gráfico 4: 1ª Lavagem da Torta

1º Lavagem da Torta

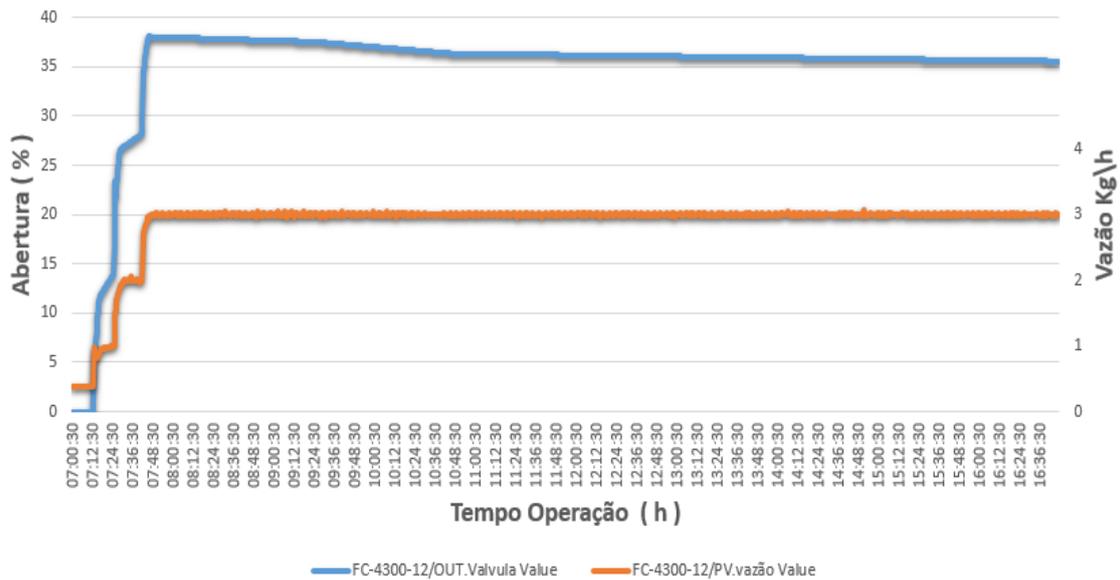


Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

BATELADA 364

Gráfico 5: 2ª Lavagem da Torta

2º Lavagem da Torta



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Realizado uma batelada para comprovar a melhoria e estabilidade na operação do loop da 1º e 2º lavagem, elaborado procedimentos e operações padronizadas para operadores de painéis determinado parâmetros em função dos testes e análise.

Novos valores de operação para os loops de lavagem, renovação da água D-4310, D-4320 e seguimos os padrões exigidos do (VOEL) com isso as variáveis mantearam-se em operação continua dando estabilidade do processo.

Avaliando o gráfico as FV-4300-12 / FV-4300-13 válvulas de controle modulam 38% e 21% abrindo para alcançar o valor de operação (SET 3.0 kg\h) mantendo o FT-4300-12/FT-4300-13 vazão de água da 1º e 2º lavagem sem distúrbio e paradas não programadas, a eficiência na retirada de sal no HPMC.

5. CONCLUSÃO

Através do estudo, pôde-se perceber a importância da hidroxipropil metilcelulose, conhecida popularmente apenas pela abreviação HPMC, como um produto químico alterado por meio de um tratamento com óxido de propileno e álcali muito utilizado como, espessante, emulsificante e estabilizador. Este produto resulta de uma série de reações químicas e é usado para diversas finalidades e nos mais variados segmentos, como na indústria alimentícia e farmacêutica. Dentre as diversas aplicabilidades do produto, destaca-se aqui a produção de molhos, e a composição de medicamentos como por exemplo colírios. Foram feitas constatações através de autores, a não toxicidade do produto, contudo, avaliou-se que a ingestão em excesso pode causar desconforto no trato gástrico.

Com a observação do passo a passo do processo químico do produto desenvolvido na unidade, foi possível perceber da necessidade de interação e comprometimento da equipe para atingir resultados favoráveis. Dessa observação também pôde-se identificar algumas falhas apresentadas no momento da 1ª e 2ª lavagem, porém com a correção das falhas o processo pôde ser realizado com sucesso. Observou-se ainda a importância de um plano que vise o tratamento correto dos rejeitos produzidos por conta das atividades desempenhadas na indústria. Ressalta-se que o tratamento precisa seguir as normas e o custo não é baixo, contudo, deve ser realizado.

Destaca-se que além do material humano ser peça importante na realização das atividades, o filtro é outro elemento importantíssimo, pois este garante a qualidade do produto final que se dá através do processo de filtração. Esse quesito se faz essencial

dedicar uma atenção redobrada a partir do momento que a reação química passa para essa etapa. Ainda, é importante frisar que os objetivos gerais e específicos foram alcançados por meio da análise do processo sistemático ocorrido por meio do filtro BHS.

A identificação de todos os quesitos de controle de parâmetros necessários, e que são programados para funcionamento do equipamento, levando em consideração também todas as especificações de execução, afim de garantir qualidade e estabilidade.

Além desses, pôde ser avaliado também quesitos como as variáveis de temperatura, pressão e vazão, comportamento do equipamento e demais operações que são essenciais para o seu correto funcionamento. Não podendo esquecer das falhas apresentadas, que foram apontadas nesse estudo, assim como a qualificação da mão de obra aplicada para essa função.

REFERENCIAS

ANFARMAG. **Revestimento entérico** – uma revisão bibliográfica. Revista Anfarmag, n. 75, p. 13-16, 2008.

BARSKI, Angelita Aparecida. **Gestão de Efluentes e Resíduos**: estudo de caso em uma produção de metil éster e biocombustível a partir do óleo de soja. 2008.

CRESPILHO, Frank Nelson. **Tratamento de efluente da indústria de processamento de coco utilizando eletroflotação** SP, 2004.

DIAS, Sandra Mena. **Filtração por batelada ou filtração contínua, qual escolher?** Rio de Janeiro, 2017.

Gil, Antônio Carlos, 1946- **Como elaborar projetos de pesquisa**, 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

TELES, Jhonata. Indústria 4.0 – **Tudo que você precisa saber sobre a Quarta Revolução Industrial**. Gestão de Manutenção, Manutenção, PCM - ENGETELES. Disponível em: <<https://engeteles.com.br/industria-4-0/>> Acesso em: 25 de nov. 2020.

PURIFARMA. **Hidro Propil Metil Celulose**. Disponível em: <http://sistema.boticamagistral.com.br/app/webroot/img/files/HIDRO%20PROPI L%20METIL%20CELULOSE_Nova%20Literatura.pdf>. Acesso em: 01 de dez. 2020.

OLIVEIRA, Vicente Gomes. **Hidrogéis de PVA/HPMC mucoaderentes para a liberação tópica de óxido nítrico**, Campinas, SP, 2016.

QUEIROZ, Maria Bernadete Rodrigues. **Desenvolvimento e estudo da estabilidade de gel e extrato de matricaria recutita (L.) e avaliação da atividade anti-inflamatória tópica compara com gel de diclofenaco sódico**. Brasília 2008.

Separação sólido líquido – apostila. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/596/o/apostila_separacao_solido_liquido.pdf>. Acesso em: 01 de dez. 2020.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

APÊNDICE

Figura 1: Filtro BHS



Figura 2: Entrada da Suspensão

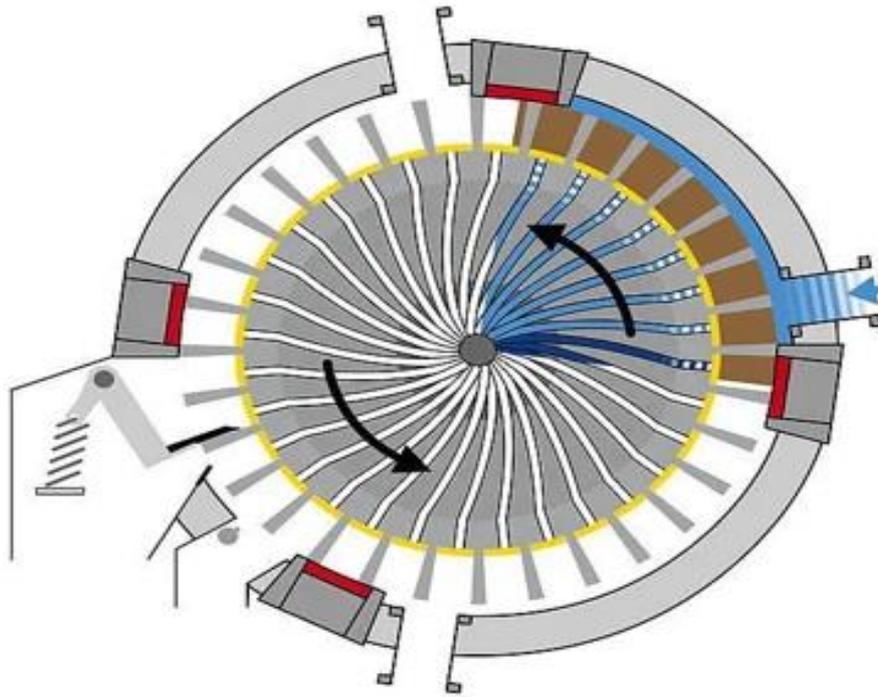


Figura 3: Saída da polpa lavada e seca

