

UNIVERSIDADE DE UBERABA

CÍNTIA LETICIA DOS SANTOS CALDEIRA ALVES

Redução de Microorganismos na Massa do Papel Reciclado

Uberaba – MG

2017

CÍNTIA LETICIA DOS SANTOS CALDEIRA ALVES

Redução de Microorganismos na Massa do Papel Reciclado

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia Química da Universidade de Uberaba, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química.

Orientador: Prof. André Arcelo

Uberaba – MG

2017

CÍNTIA LETICIA DOS SANTOS CALDEIRA ALVES

REDUÇÃO DE MICROORGANISMOS NA MASSA DO PAPEL RECICLADO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia Química da Universidade de Uberaba, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química.

Área de concentração:

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em __/__/ 2016, pela Banca Examinadora constituída pelos professores:

Prof.:

UNIVERSIDADE DE UBERABA

Prof. xxxxxx

UNIVERSIDADE DE UBERABA

Prof. xxxxxxxx

UNIVERSIDADE DE UBERABA

RESUMO

O uso do papel reciclado tornou-se crescente, principalmente no mercado corporativo, visto que ele apresenta um apelo ecológico. No Brasil, os papéis reciclados já chegaram a custar 40% a mais que o papel não reciclado. Atualmente, houve uma redução nos preços. O papel reciclado já é muito utilizado na vida cotidiana, sendo comum encontrá-lo em cadernos, envelopes, papel para impressão, caixas de papelão ou mesmo bandejas para frutas. Este trabalho se justifica na necessidade de diminuir a quantidade de microorganismos presentes na massa de papel, durante uma das etapas do processo de fabricação em uma empresa de reciclagem de papelão ondulado. Pretende-se realizar testes com a inserção de produtos químicos com o intuito de diminuir a quantidade de microorganismos mas sem interferir no processo. Com base nos testes industriais realizados, concluiu-se que a inserção de antibacteridas foi válida, visto que reduziu significativamente a quantidade de microorganismos, bem como a dureza e a condutividade da água que sai do processo.

Palavras-chave: papel reciclado. Microorganismos. Celulose. Sustentável

ABSTRACT

The use of recycled paper has grown, especially in the corporate market, since it presents an ecological appeal. In Brazil, recycled papers are already welcome 40% more than non-recycled paper. Currently there has been a reduction in prices. Recycled paper is already widely used in everyday life and is commonly found in notebooks, envelopes, printing paper, cardboard boxes or even fruit trays. This work is justified on the need to reduce the amount of microorganisms present in the paper mass during one of the steps of the manufacturing process in a corrugated cardboard recycling company. It is intended to carry out tests with an insertion of chemical products with the intention of reducing a quantity of microorganisms but without interfering in the process. Based on the industrial tests carried out, it was concluded that the insertion of antibacterials was valid, as it significantly reduced the amount of microorganisms as well as the hardness and conductivity of the water leaving the process.

Key-words: Recycled paper. Microorganisms. Cellulose. Sustainable

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Fluxograma do processo da massa de papel.....	18
Figura 02 – Lâmina do BIOLAMINOTESTE.....	19
Figura 03 – Gabarito de Resultados.....	19
Figura 04 – Equipamento de preparo e aplicação.....	20
Figura 05 – Equipamento de preparo e aplicação.....	20
Figura 06 – Resultados obtidos após análise microbiológica.....	22
Figura 07 – Análise microbiológica da água que sai do processo.....	23
Figura 08 – Análise de dureza da água que sai do processo.....	24
Figura 09 – Análise de condutividade da água que sai do processo.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Análise Microbiológica da água que sai do processo.....	21
Tabela 02 – Dureza da Água que sai do processo.....	23
Tabela 03 – Condutividade da Água que sai do processo.....	23

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

$V_t \Rightarrow$ Volume do Titulante

$M \Rightarrow$ Molaridade

$F.C \Rightarrow$ Fator de Correção

$V_a \Rightarrow$ Volume da amostra

$A \Rightarrow UFC/cm^2$

$C \Rightarrow$ Número de colônias contadas

$L \Rightarrow$ Área total da lâmina (8,5 cm²)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	13
3 METODOLOGIA	17
3.1 Teste Industrial.....	17
3.2 Metodologia Descritiva.....	17
3.3 Procedimentos do trabalho	17
3.4 Forma de análise dos resultados	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5 CONCLUSÃO	26
6 – REFERÊNCIAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

O papel como suporte para escrita é o material mais usado atualmente, embora haja ainda a permanência de outros materiais. A invenção do papel é atribuída aos chineses, que obtiam esse produto através da mistura de cascas de árvores e trapos de tecidos. Este processo consistia num cozimento forte das fibras, posteriormente sendo batidas e esmagadas. A pasta obtida pela dispersão das fibras era depurada e a folha, formada sobre uma peneira. Procedia-se a secagem da folha, comprimindo-a sobre a placa de material poroso ou deixando-a pendurada ao ar (RECICLOTECA, 2011).

Cerca de 95% dos papéis é feita a partir do tronco de árvores cultivadas. No Brasil o eucalipto é a espécie mais utilizada, por seu rápido crescimento, atingindo em torno de 30 m de altura em 7 anos. O papel é formado por milhões de fiapos que vêm de plantas, denominados fibras. Existem vários tipos de papel, os quais variam em relação ao peso, espessura e resistência (RECICLOTECA, 2011).

No processo de produção de papel, a folha pode ser formada através do processamento de resíduos recicláveis ou matéria-prima virgem, podendo desta forma ser destinado aos mais variados tipos de consumo. Durante o processo podem ocorrer anomalias que irão comprometer o sistema produtivo, influenciando assim em todo processo operacional da produção (PATRIOTA, 2011).

Para mitigar os danos causados à natureza na produção de papel, atualmente, os ambientalistas tendem a conscientizar as comunidades para a reciclagem do papel. Uma das alternativas da economia da natureza na produção de papel é a coleta para reciclagem desta matéria-prima. A reciclagem de papel é o reaproveitamento do papel não funcional para produzir papel reciclado. Há duas grandes fontes de papel a se reciclar: as para pré-consumo (recolhidas pelas próprias fábricas antes que o material passe ao mercado consumidor) e as para pós-consumo (geralmente recolhidos por catadores de ruas). De um modo geral, o papel reciclado utiliza os dois tipos na sua composição, e tem a cor creme (PATRIOTA, 2011).

A aceitação do papel reciclado é crescente, especialmente no mercado corporativo. O papel reciclado tem um apelo ecológico, o que faz com que alcance um preço até maior que o material não reciclado. No Brasil, os papéis reciclados chegavam a custar 40% a mais que o papel não reciclado em 2001. Em 2004, os

preços estavam quase equivalentes, e o material reciclado custava de 3% a 5% a mais. A redução dos preços foi possibilitada por ganhos de escala, e pela diminuição da margem média de lucro (PATRIOTA, 2011).

O papel reciclado já é muito utilizado na vida cotidiana, sendo comum encontrá-lo em cadernos, envelopes, papel para impressão, caixas de papelão ou mesmo bandejas para frutas (PENSAMENTO VERDE, 2015).

Segundo Ricchini (2014), a poluição gerada pela reciclagem é menor do que a gerada pela produção normal do papel. Deve-se considerar que a reciclagem impede que os papéis usados acabem em aterros sanitários e lixões, ou seja, incinerados, mas lembre-se que florestas plantadas utilizadas na produção de papel absorvem dióxido de carbono, um dos principais contribuintes para o efeito estufa. No geral, sempre vale a pena optar pelo reciclado como forma de reduzir a poluição.

Ainda conforme Ricchini (2014) os tipos de papéis recicláveis são: Papel de impressoras, saco de papel, papel de escritório, revista, impressos em geral, papel branco, papel misto, papelão, embalagem longa vida.

A indústria de papel atualmente enfrenta grandes dificuldades para a estabilização e manutenção dos parâmetros de qualidade especificados pelos clientes, esta realidade pode gerar grande deficiência no produto final.

De acordo com Brites (2011), microrganismo é o nome dado a todos os organismos compostos por uma única célula e que não podem ser vistos a olho nu, sendo visíveis apenas com o auxílio de um microscópio. Logo, esta é uma classificação artificial, e sob o nome de "microrganismo" podem estar reunidos organismos pertencentes aos mais diversos grupos, como, por exemplo, vírus, bactérias, fungos unicelulares e protistas.

Segundo Hoffmann (2001) a qualidade microbiológica dos alimentos está condicionada, primeiro, à quantidade e aos tipos de microrganismos inicialmente presentes (contaminação inicial) e depois à multiplicação destes germes no alimento. A qualidade das matérias-primas e a higiene (de ambientes, manipuladores e superfícies) representam a contaminação inicial. O tipo de alimento e as condições ambientais regulam a multiplicação.

Este projeto se justifica na necessidade de diminuir a quantidade de microrganismos presentes na massa de papel durante um dos processos de fabricação em uma empresa de reciclagem de papelão ondulado.

Objetivos: diminuir a quantidade de microorganismos na massa de papelão durante o processo de reciclagem em uma das fases de produção, bem como realizar testes com produtos químicos, com o intuito de diminuir a quantidade de microorganismos sem interferir no processo de fabricação do papel.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Segundo Rosa et al (2005), a reciclagem é uma forma particular do reaproveitamento de matérias-primas, tais como: papel, plásticos, latas de alumínio e de aço, vidros, orgânicos e outros, na qual é produzida uma nova quantidade de materiais, a partir do material captado no mercado e pré-processado para ser comercializado, havendo grandes economias em energia e matéria prima.

De acordo com Silva; Machado & Ferreira (2008), os resíduos de papel, quando enviados para a reciclagem, são primeiramente classificados em dois grandes grupos: aparas e papéis usados. As aparas são os materiais classificados como pré-consumo, isto é, vão para a reciclagem antes de serem usados. São provenientes dos resíduos dos processos industriais, seja da fabricação de papel, seja da impressão ou produção de objetos de papel. Já os papéis usados, também chamados de papéis velhos, são os diferentes tipos de papéis e artefatos de papel descartados pelos usuários finais, após utilização, sendo classificados como pós-consumo.

Conforme Rosa et al (2005), o problema do lixo talvez seja um dos mais graves das sociedades modernas. O acúmulo de materiais não degradáveis e a pressão exercida pelo contínuo despejo mostra a necessidade do assunto ser tratado com seriedade, pelo governo e por toda a sociedade.

Segundo Costa (2003) o papel é vulnerável aos ataques microbiológicos, pois seu principal constituinte, a celulose, sofre degradação provocada por diferentes espécies de fungos e bactérias. A ação de microorganismos no papel se manifesta pelo aparecimento de manchas de várias cores, intensidades e conformações. As enzimas, que são produzidas como resultado do metabolismo de diferentes espécies de fungos e bactérias aceleram os processos de degradação da celulose e de colas. A consequência é a transformação das características físicas e químicas do suporte, que fica com um aspecto filtroso e fragmentado.

De acordo com Timenetsk (2014) os bactericidas, ao contrário, “matam” ou “destroem” as bactérias, e estas perdem totalmente a capacidade de se multiplicarem, mesmo se forem transportadas para ambientes altamente favoráveis ao seu crescimento. Na verdade, este é o conceito de morte bacteriana que pode ser estendido a outros microrganismos. Também é importante saber o que fez a bactéria “morrer”.

Existem produtos muito tóxicos ou equipamentos muito perigosos à saúde humana que, de fato, matam as bactérias e outros microrganismos, mas o ambiente ou um indivíduo também pode sofrer com isto e até morrer. É importante, portanto, saber se ocorreu dano no DNA da bactéria, qual parte do DNA foi alterada, se ocorreu dano de proteínas, como foi isto, se as proteínas foram degradadas totalmente ou parcialmente, ou se a bactéria sofreu lise (estourou). A bactéria pode também ter “murchado” por perder água, por aquecimento em ambiente muito seco ou pelo excesso de sal em volta (TIMENETSK, 2014).

O teor máximo de cloreto permissível, em águas de abastecimento, é de 250 mg de Cl^-/L . O cloro é um produto químico, utilizado para remoção de resíduos de graxa e óleos, fungos, mofos e lodos; ainda, utilizado para a eliminação de bactérias, vírus e germes (NETO & PINTO, 2012).

Domingues (2006) define desinfetante como um agente, normalmente químico, que mata as formas vegetativas, mas não necessariamente as formas esporuladas de microrganismos patogênicos. Geralmente essas substâncias são aplicadas em objetos inanimados. A desinfecção consiste em controlar ou eliminar os microrganismos indesejáveis, utilizando-se processos químicos ou físicos, que atuam na estrutura ou metabolismo dos mesmos.

Conforme Meyer (1994) os desinfetantes químicos necessitam ser uniformemente dispersos na água, para garantir uma concentração uniforme; portanto, a agitação favorece a desinfecção. A ação dos desinfetantes na destruição ou inativação dos microorganismos não é instantânea. Em geral, o processo se desenvolve de maneira gradativa, ocorrendo em etapas físicas, químicas e bioquímicas.

A ação desinfetante e oxidante do cloro é controlada pelo ácido hipocloroso, um ácido fraco. Em solução aquosa e valores de pH inferiores a 6, a dissociação do ácido hipocloroso é fraca, sendo predominante a forma não dissociada (HOCl). (MEYER, 1994).

Para Abdalla, Calvante & Neto (2009) a dureza é normalmente expressa como número de equivalente de miligramas por litro ($mg L^{-1}$) de carbonato de cálcio ($CaCO_3$). Pode ser classificada em:

1) Temporária: chamada de dureza de carbonatos. É causada pela presença de bicarbonatos de cálcio e magnésio, resiste aos sabões e provoca incrustações. A

designação temporária é porque os bicarbonatos, pela ação do calor, se decompõem em gás carbônico, água e carbonatos insolúveis, os quais precipitam.

2) Permanente: chamada de dureza de não carbonatos. É devido à presença de sulfatos, cloretos e nitratos de cálcio e magnésio. Assim, dureza total é a soma da dureza temporária e permanente, sendo expressa em miligrama por litro (mg L^{-1}) ou miliequivalente por litro (meq L^{-1}) de CaCO_3 (carbonato de cálcio).

Conforme Reis (2010) a água dura contém níveis elevados de cálcio, magnésio e outros minerais dissolvidos, além disso é responsável pela redução do poder de limpeza do detergente e deixa resíduos de minerais, também chamados de calcário, nas superfícies com que entra em contato. A água pode ser classificada segundo a sua dureza em: mole ou branda $< 50 \text{ mg/L CaCO}_3$; dureza moderada entre 50 e 150 mg/L CaCO_3 ; dura entre 150 e 300 mg/L CaCO_3 , e muito dura $> 300 \text{ mg/L CaCO}_3$, sendo o limite estabelecido para dureza em água potável o teor de 500 mg/L CaCO_3 .

A condutividade da água depende da capacidade de difundir uma corrente elétrica e é inversamente proporcional à resistência elétrica da mesma. Esta capacidade é devido à presença de íons, sua concentração, mobilidade e valência, bem como a temperatura do ambiente. Para medir a condutividade se utiliza uma sonda com dois eletrodos submersos na água, mas há problemas em obter bons dados devido à inadequada mobilidade da amostra. Sondagens eletrônicas usuais e células de capacitância não são indicadas para leituras de condutividade menores que $10 \mu\text{S/cm}$ ou superiores a $10000 \mu\text{S/cm}$ (HANNA, 2014).

De acordo com Oliveira & Martins (2009), o carbonato de cálcio tornou-se o mineral mais utilizado como elemento de carga nas rotas processuais para as indústrias de papel e de plástico. Pode ser utilizado, tanto na forma natural (GCC – Ground Calcium Carbonate), quanto na forma precipitada (PCC – Precipitated Calcium Carbonate).

Ainda conforme Oliveira & Martins (2009) na natureza, o carbonato de cálcio é encontrado em três morfologias: calcita romboédrica, aragonita, na forma de agulha, e vaterita esférica, sendo que a calcita é a forma mais estável do carbonato de cálcio. A morfologia e o tamanho das partículas formadas podem ser agregadas as partículas de PCC com tamanhos de 50nm a 100nm, utilizando-se a adição do ácido

etilenodiaminotetraacético (*EDTA*) como agente agregante numa polpa de $Ca(OH)_2$ e borbulhando CO_2 .

Conforme Lucca (2006) a primeira patente associada ao uso industrial do cloro foi em 1799 e destinava-se ao alvejamento. O Cl_2 teve sua importância acrescida com extraordinária rapidez, largamente, graças às sínteses de substâncias orgânicas, em muitas das quais não aparece no produto final, mas comparece nas etapas intermediárias. Direta ou indiretamente, o cloro e seus compostos são usados no tratamento de águas, para branquear papel e tecidos.

Segundo Lucca (2006) o hipoclorito de sódio pode ser produzido reagindo cloro com uma solução de soda cáustica. O hipoclorito de sódio é empregado como desinfetante e desodorante em leiteiras, fábricas de laticínios, suprimentos de água e rejeitos de esgotos e em atividades domésticas. Também é usado como alvejante em lavanderias. O método mais comum de fabricá-lo é mediante o tratamento da solução de hidróxido de sódio pelo cloro gasoso, conforme Equação 1.



3 METODOLOGIA

3.1 Teste Industrial

Trata-se de um teste industrial com o objetivo de diminuir a contaminação microbiana no sistema de preparação da massa do papel e, conseqüentemente, diminuindo a dureza da água do processo e aumentando a qualidade do papel ao final do processo.

3.2 Metodologia Descritiva

- Bureta;
- Pipeta;
- Phox C1000 (Equipamento que mede condutividade);
- Proveta;
- Erlenmeyer;
- Béquer;
- *EDTA* 0,01 (Dureza);
- Indicador Solução de Preto de Eriocromo (Dureza);
- Solução tampão amoniacal (Dureza);
- Bomba Centrífuga;
- Bomba dosadora;
- PHmetro;
- Medidor de vazão;
- Estufa;
- Lamina de cultivo;
- Hipoclorito; Sulfato de Amônia; (Monocloroamina)

3.3 Procedimentos do trabalho

Durante o processo de fabricação da massa de papel é inserido o produto Monocloramina nos tanques 201, tanque massa refinada topo e o tanque massa refinada fundo. A quantidade de produto inserido irá depender da alimentação do processo. Para cada uma tonelada será dosado 1 kg de Monocloramina. Após a massa

passar por todo o processo, da água que sai da tela de formação de papel é coletada 400 ml para realizar as análises de dureza, condutividade e quantidade de microrganismos presentes. As análises de dureza e condutividade são feitas diariamente, já as de quantidade de microrganismos são realizadas semanalmente. A Figura 01 apresenta um fluxograma detalhado do processo.

Procedimento do teste de Dureza: Foi pipetado uma alíquota de 5 mL de água que sai do sistema para o erlemeyer e adicionado 100 mL de água destilada. Após é adicionado 2 ml de solução tampão amoniacal e inserido o indicador de solução de preto de Eriocromo e realizado a titulação utilizado o *EDTA* 0,01 M. Para encontrar o valor da dureza e realizado o seguinte cálculo; de acordo com a equação 2:

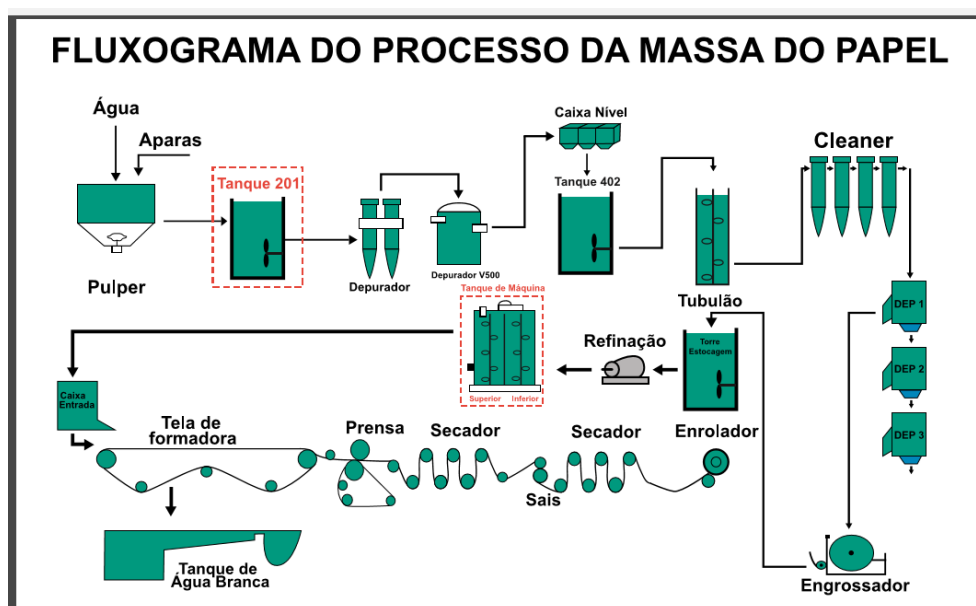
$$\text{Dureza (mg/l CaCO}_3\text{)} = \frac{V_t \times M \times F.C \times 1000 \times 100}{V_a} \quad (2)$$

Na qual : V_t = Volume do Titulante ; M = Molaridade; $F.C$ = Fator de Correção ;

V_a = Volume da amostra.

Procedimento do teste de Condutividade: Em uma proveta mede-se 100 mL da água do processo e após é realizado a leitura de condutividade no aparelho Phox C1000.

Figura 01 – Fluxograma do processo da massa de papel



Fonte: Do autor (2017)

Procedimento do teste de análise microbiológica: Contagem Direta: conta-se o número de colônias na superfície da lâmina e classifica-se em comparação com a

tabela padrão, o número de colônias encontradas deve ser multiplicado pela relativa grandeza exponencial, conforme Equação 3:

$$A = \frac{C}{L} \quad (3).$$

Na qual: $A = UFC/cm^2$; $C =$ Número de colônias contadas; $L =$ Área total da lâmina ($8,5 \text{ cm}^2$).

Por área o número de colônias contadas no dispositivo, dividido pela área total da lâmina do BIOLAMINOTESTE ($8,5 \text{ cm}^2$ de área), obtêm-se o número de UFC/cm².

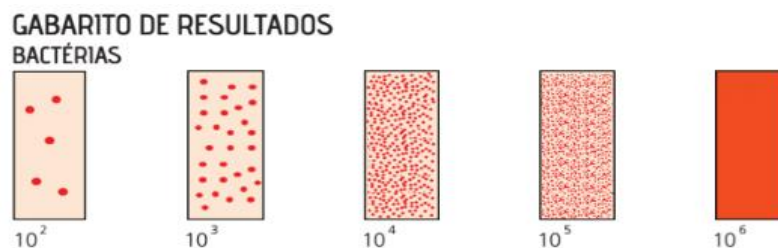
Para realização deve-se imergir o dispositivo na amostra a ser testada ou gotejar sobre a superfície da lâmina observando que o líquido em teste deve cobrir totalmente os meios de cultivo (ambos os lados do dispositivo). Deixar escorrer a amostra excedente e se necessário retirar o excesso da extremidade inferior da lâmina utilizando um papel absorvente, sem tocar o meio de cultivo. Em seguida deve-se introduzir a lâmina no tubo e fechar o dispositivo deixando a tampa ligeiramente frouxa; e após deve incubar no mínimo a 30°C durante 48 horas (2 dias) em estufa incubadora ou a temperatura ambiente de 3 a 7 dias, fazendo leitura a cada 24 horas. Após esse tempo compara-se o crescimento obtido com a escala padrão existente no boletim informativo, conforme figura 03.

Figura 02 – Modelo de teste utilizado - Lâmina do BIOLAMINOTESTE



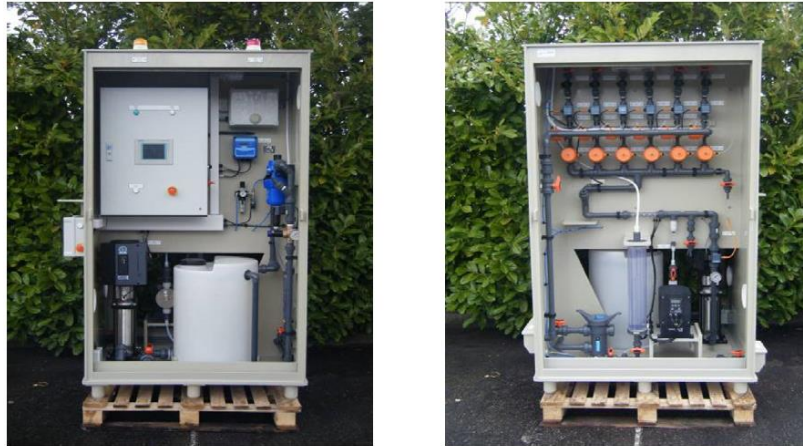
Fonte: IPEL, 2017

Figura 03 – Gabarito de Resultados



Fonte: IPEL, 2017

Figura 04 – Equipamento de preparo e aplicação da monocloramina



Fonte: Do autor (2017)

Figura 05 – Equipamento de preparo e aplicação da monocloramina



Fonte: Do autor (2017)

3.4 Forma de análise dos resultados

Visto que a pesquisa quanti-qualitativa pode produzir vastas quantidades de dados os resultados serão analisados de acordo com a coleta, sendo transcritos de modo que o resultado esperado seja mostrado de forma clara e precisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os testes realizados pode-se obter os seguintes resultados:

Na Figura 06, apresentada “a seguir”, foi possível verificar a redução microbiana ao analisar as imagens de “a” até “f”. Foi verificado que houve uma redução significativa de microrganismo comparando “a” com “f”, a leitura do teste é feito utilizando o gabarito que a empresa IPEL responsável pelo kit de análise microbiana disponibilizada durante a leitura do teste.

Conforme os dados mostrados na Tabela 01 e na Figura 07, foi possível verificar a redução na quantidade de unidade formadora de colônia (UFC), sendo que no mês de fevereiro ainda não estava sendo dosado o produto monoclорamina no processo de produção de papel, sendo este monitorado apenas para efeito de comparação; o produto foi dosado no início do mês de março e dado continuidade até o mês de maio.

Tabela 01 – Análise Microbiológica da água que sai do processo

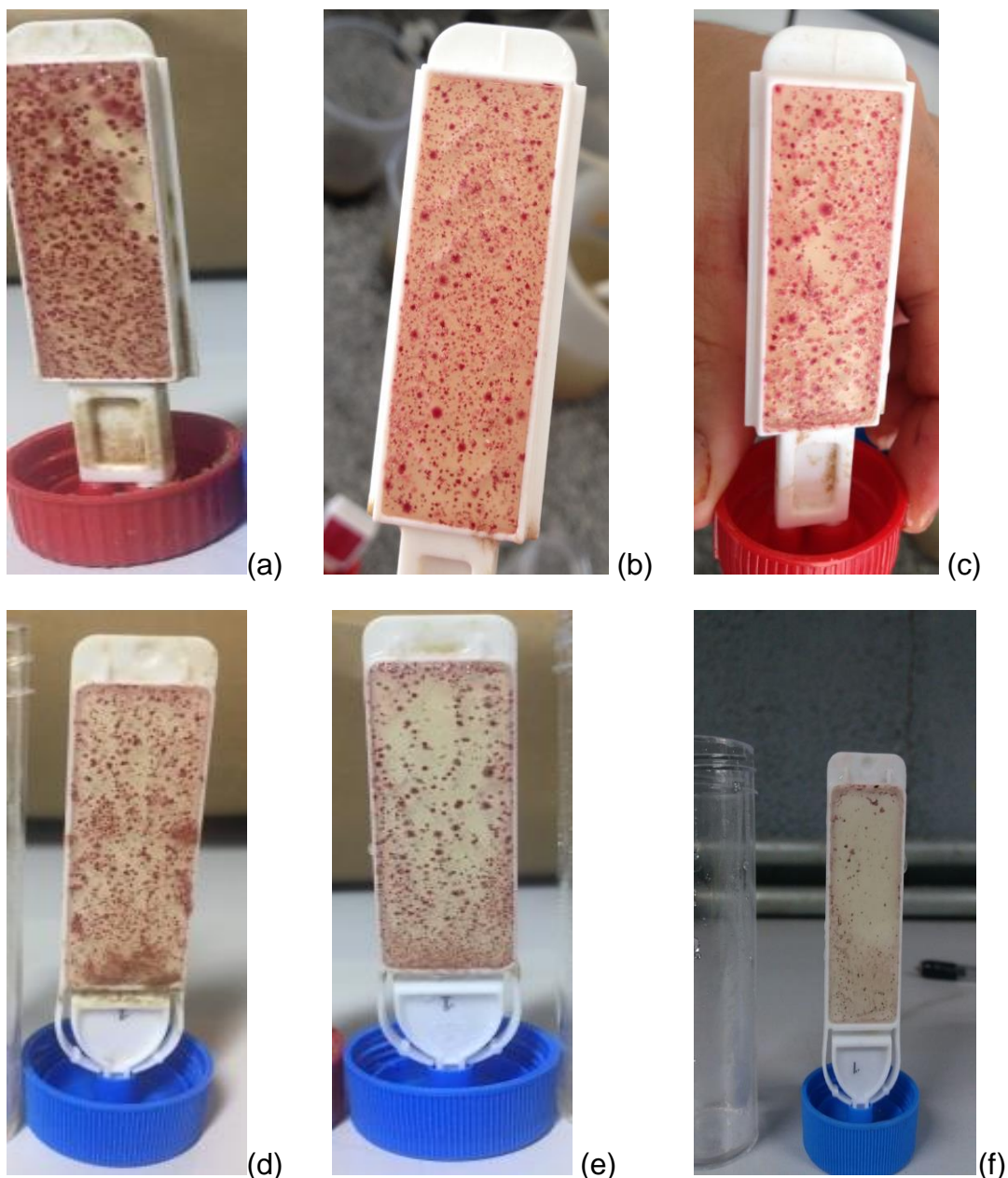
Mês	Média (UFC)
Fevereiro	1,00E+06
Março	1,00E+05
Abril	1,00E+04
Maio	1,00E+03

Fonte: Do autor (2017)

A redução microbiana está diretamente relacionada à dosagem do hipoclorito e do sulfato de amônio, que são antibactericidas, que quando adicionados ao processo de produção do papel conseguem atingir imediatamente a parede celular das bactérias levando-as à sua morte celular, diminuindo, portanto, significativamente a sua quantidade, como pode ser observado na Figura 07, na qual tem-se a análise microbiológica da água que sai do processo.

Nota-se que no mês de fevereiro quando ainda não eram dosadas essas substâncias, a unidade de formadores de colônia era altíssima, o que foi diminuindo ao longo dos meses com a aplicação dos antibactericidas.

Figura 06 – Resultados obtidos após análise microbiológica

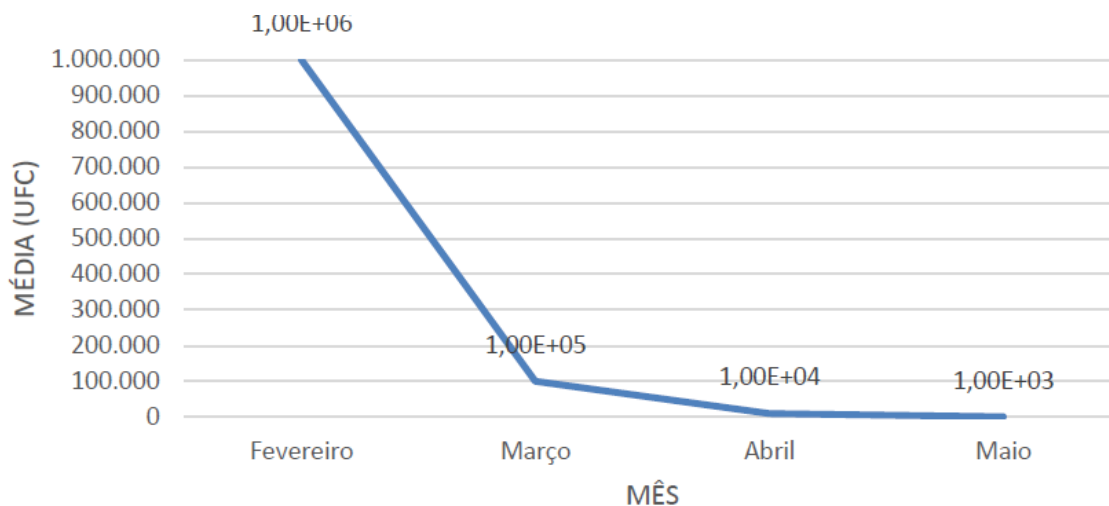


Fonte: Do autor (2017)

Os dados apresentandos na Tabela 02 e na Figura 08 mostram que após a utilização do produto monocloramina a quantidade de CaCO_3 (mg/L) na água reduziu mensalmente durante o processo de produção de papel. Ou seja, a dureza da água que sai do processo sofreu significativa alteração, o que é ótimo, visto que devido à grande quantidade de bactérias e amido presente na matéria-prima utilizada, o amido é transformado em amilase, durante o processo fazendo com que o carbonato de cálcio presente se torne insolúvel, acarretando em problemas, uma vez que, em

quantidades elevadas o carbonato de cálcio atrapalha no tratamento de resíduos nas estações de tratamento de esgoto (ETE's), bem como ocasiona em grande quantidade de resíduos nos reatores, dificultando a limpeza dos mesmos.

Figura 07 – Análise microbiológica da água que sai do processo



Fonte: Do autor (2017)

Tabela 02 – Dureza da Água que sai do processo

Mês	Média (mg/L CaCO ₃)
Janeiro	2.081,90
Fevereiro	2.029,90
Março	1.423,90
Abril	1.414,10

Fonte: Do autor (2017)

Tabela 03 – Condutividade da Água que sai do processo

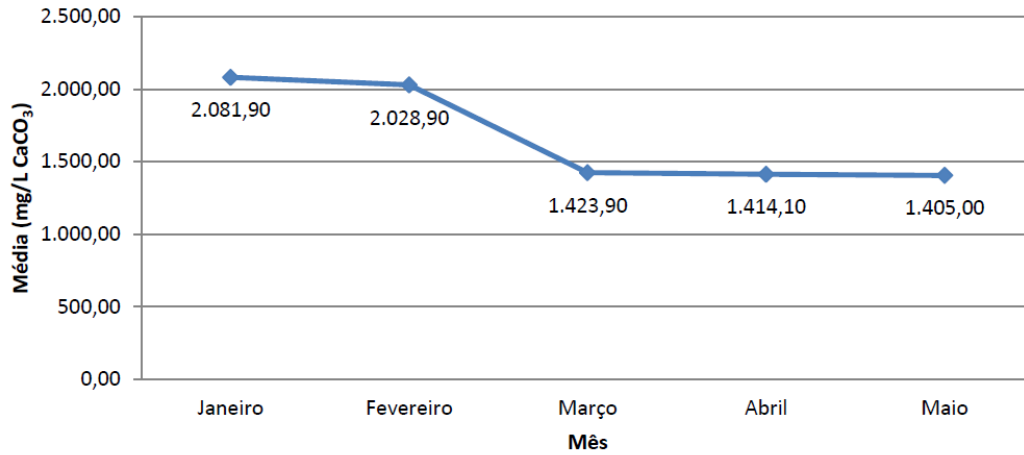
Mês	Média (µS/cm)
Janeiro	3.243,60
Fevereiro	2.946,00
Março	2.682,60
Abril	2.466,80
Maio	2.307,00

Fonte: Do autor (2017)

Na Tabela 03 e na Figura 09, a seguir, pode ser observado uma diminuição da condutividade da água que sai do processo nos meses de janeiro a maio.

Figura 08 – Análise de dureza da água que sai do processo

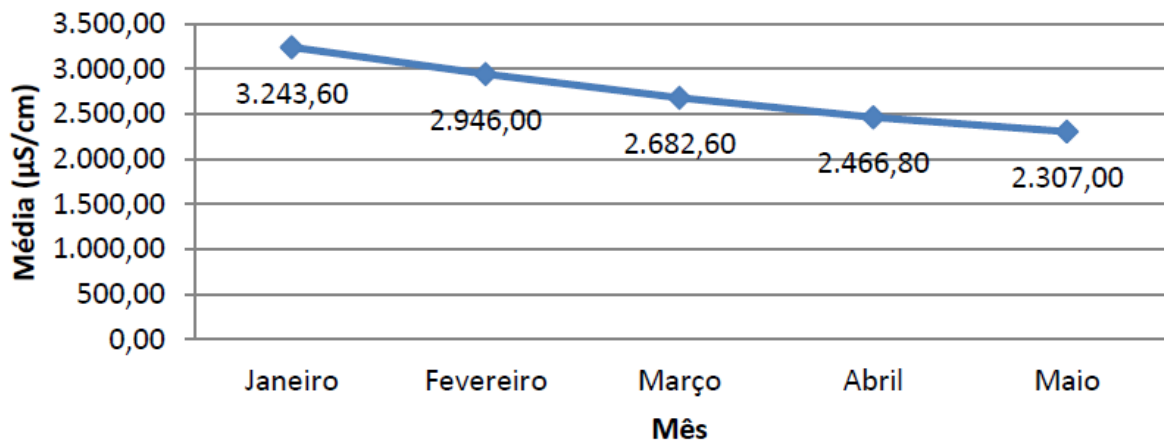
DUREZA DA ÁGUA QUE SAI DO PROCESSO (mg/L CaCO₃)



Fonte: Do autor (2017)

Figura 09 – Análise de condutividade da água que sai do processo

CONDUTIVIDADE DA ÁGUA QUE SAI DO PROCESSO



Fonte: Do autor (2017)

Da mesma forma, devido ao aumento do cálcio insolúvel, tem-se também um acréscimo na condutividade, que contribui para a dificuldade de limpeza dos equipamentos, bem como do tratamento nas ETE's. Na Figura 09, pode-se perceber

que com a adição dos antibactericidas também houve uma diminuição da condutividade, que é influenciada pela diminuição de CaCO_3 no processo.

5 CONCLUSÃO

Com base no teste industrial que foi realizado, concluiu-se que após o início da utilização do produto monocloramina no processo de produção da massa de papel obteve-se uma redução significativa nas análises de microrganismos, dureza e condutividade que foram realizados.

Foi possível verificar através das análises de controle microbiológico realizadas antes e após a utilização do produto que a quantidade de unidade formadora de colônia (UFC), passou de $1,00 \times 10^6$ para $1,00 \times 10^3$, ou seja, depois da utilização desse produto obteve-se uma redução de 50% da dureza da água que sai do processo, além de uma redução do odor na fábrica e no papel, bem como uma redução de químicos no processo, condutividade e dureza no efluente e uma menor quantidade de cálcio para os reatores biológicos.

Assim, conclui-se que a adição do antibacterida foi favorável à produção do papel, visto que reduziu significativamente a quantidade de bactérias no processo, diminuindo, conseqüentemente, a dureza e a condutividade da água que sai do processo, facilitando no tratamento de água, bem como na limpeza dos equipamentos.

6 – REFERÊNCIAS

ABDALLA, Kênia Vitória Pereira; CAVALCANTE, Paulo Roberto Saraiva ; NETO, José Policarpo Costa; BARBIERI, Ricardo; NETO, Marcos Carlos Mesquita. **Avaliação da dureza e das concentrações de cálcio e magnésio em águas subterrâneas da zona urbana e rural do município de Rosário - MA.** Universidade Federal do Maranhão, 2009. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/download/22915/15056>>. Acesso em: 01/04/2017.

BRITES, Alice Dantas. **Introdução aos organismos microscópicos**, 2008. Disponível em: <<http://educacao.uol.com.br/disciplinas/biologia/microorganismos-introducao-aos-organismos-microscopicos.htm>> Acesso em: 11/04/2017.

COSTA, Marilene Fragas; FIOCRUZ. Fundação Oswaldo Cruz. Ministério da Saúde. **Noções básicas de conservação preventiva de documentos.** Centro de informação científica e tecnológica biblioteca de Manguinhos, laboratório de Conservação Preventiva de Documentos. Setembro, 2003. Disponível em: <<http://www.prefeitura.sp.gov.br/ciddf>> Acesso em: 25/03/2017.

DOMINGUES, Paulo Francisco. **Higiene zootécnica.** Departamento de Higiene Veterinária e Saúde Pública FMVZ-UNESP-Botucatu, 2006. Disponível em: <<http://www.fmvz.unesp.br/paulodomingues/graduacao/aula5-texto.pdf>>. Acesso em: 07/04/2017.

HANNA, Instruments. **Condutividade da água**, 2014. Disponível em: <<http://www.hannainst.com.br/blog/item/504-condutividade-da-agua>> Acesso em: 26/05/2017.

HOFFMANN, Fernando Leite. **Brasil Alimentos.** Unesp. São José do Rio Preto, 2001. Disponível em: <<http://www.signuseditora.com.br/BA/pdf/09/09%20-%20Higiene.pdf>> Acesso em: 30/03/2017.

LUCCA, Lourenço. **Controle de qualidade do Hipoclorito de Sódio no Processo de Produção.** Departamento de Química, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, dezembro 2006. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/105062>>. Acesso em: 24/05/2017.

MEYER, Sheila T. **O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública.** Cad. Saúde Públ. Rio de Janeiro, 1994. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v10n1/v10n1a11.pdf>> Acesso em : 01/04/2017.

NETO, João Lopes da Silva; PINTO, Maria Roberta de Oliveira. **Análise de cloretos da água de abastecimento de uma cidade localizada no estado de pernambuco através do método volumétrico de mohr.** Encontro nacional de educação , ciencia e tecnologia – UEPB. Departamento de Química, Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, Campus I, Campina Grande-PB. Disponível em: <<http://editorarealize.com.br/revistas/enect/trabaf>>. Acesso em: 24/04/2017.

OLIVEIRA, Felipe Ventura; MARTINS, Afonso Henriques. **Precipitação de carbonato de cálcio para aplicação industrial**. Revista Escola de Minas. Rem: Rev. Esc. Minas vol.62 no.2 Ouro Preto, 2009. Print version ISSN 0370-4467 Online version ISSN 1807-0353. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php?script8>> Acesso em : 22/04/2016.

PATRIOTA, Patricia. **Origem e processo de reciclagem**. História Ambiental Sustentável. 2011. Disponível em: <<http://ambientalsustentavel.org>>. Acesso em: 28/03/2017.

PENSAMENTO VERDE. **Vantagens e desvantagens do papel reciclado**. 2015. Disponível em <<http://www.pensamentoverde.com.br/reciclagem/vantagens-e-desvantagens-papel-reciclado/>>. Acesso em: 04/04/2017.

RECICLOTECA. **Centro de informações sobre reciclagem e meio ambiente**. História, composição, tipos, produção e reciclagem. Recicloteca Rua Miranda Valverde 118 sala 101 – Botafogo-Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: <<http://www.recicloteca.org.br/mat-erial-reciclavel/papel/>>. Acesso em: 22/04/2017.

REIS, Dilson. **Relatório de alcalinidade e dureza**. Química UFPI. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAff18AJ/relatorio-alacalinidade-dureza>>. Acesso em: 27/03/2017.

RICCHINI, Ricardo. **Reciclagem de papel: verdades e mitos**. Dezembro 2014. Disponível em <<http://www.setorreciclagem.com.br/reciclagem-de-papel/reciclagem-de-papel-verdades-e-mitos>>.

ROSA, Bruna Nogueira; MORAES, Guilherme Gonçalves; MAROÇO Monise; CASTRO, Rosani. **A importância da reciclagem do papel na melhoria da qualidade do meio ambiente**. XXV Encontro Nac. de Eng. de Produção – Porto Alegre, RS, Brasil, 2005 Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2005_Enegep1004_1116.pdf>. Acesso em : 18/04/2016

SILVA, Tânia Maria Machado; MACHADO, Silvia; FERREIRA, Alice de Cassia; SILVA, Elio. **Reutilização e reciclagem de papel e papelão**. Instituto centro de capacitação e apoio ao empreendedor. Disponível em: <<http://www.centrocape.org.br/arquivos/4ac3a218d861f5e3bf7907238c9c8d65.pdf>>. Acesso em: 20/04/2017.

TIMENETSKY, Jorge. **Laboratório de Bactérias Oportunistas**. Departamento de Microbiologia - ICB/USP. Disponível em : <http://www.icb.usp.br/bmm/ext/index.php?option=com_content&view=article&catid=12%3Ageral&id=90%3Acontrole-de-microrganismos&lang=es> Acesso em: 19/04/2017.