

II-060 – ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE UMA LAGOA AERÓBIA PARA TRATAMENTO DO EFLUENTE LÍQUIDO DE EXTRAÇÃO DE FÉCULA (MANIPUEIRA) PRODUZIDA PELA COOPERATIVA AGRÍCOLA PADRE TRINDADE

Neimar José de Almeida Castro⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pelo Centro Universitário de Formiga (Unifor-MG).

Christiane Pereira Rocha

Engenheira Química pelo Centro Universitário do sul de Minas (UNIS-MG). Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal de Uberlândia – FEQUI-UFU. Doutoranda em Engenharia Química pela Universidade Federal de Uberlândia (FEQUI-UFU). Professora no Centro Universitário de Formiga (Unifor-MG).

Endereço⁽¹⁾: Rua Ramiro Corrêa, 517-A – Bela Vista - Formiga - MG - CEP: 35570-000 - Brasil - Tel: (37) 3321-3464 - e-mail: neimarjacastro@yahoo.com.br

RESUMO

A mandioca é cultivada praticamente em todo o território brasileiro, é uma cultura que desempenha importante papel social como principal fonte de carboidratos para milhões de pessoas, principalmente nos países em desenvolvimento. Essa industrialização, ainda que agregue valor à matéria-prima e por isso estando em franco desenvolvimento, gera sub-produtos ou resíduos que agridem o meio ambiente com forte impacto ambiental. O principal resíduo líquido, a manipueira consiste na água de extração da fécula, que é muito preocupante por ser gerado em grande volume e conter todos os componentes solúveis da raiz. A agressão da manipueira ao meio ambiente está relacionada ao seu potencial poluidor conferido pelo teor de carboidratos e também à toxicidade conferida pela presença da linamarina, glicosídeo cianogênico encontrado em todas as partes da planta, mas, sobretudo nas folhas e na entrecasca das raízes. A disposição desse efluente de elevada toxicidade e não tratado adequadamente, em águas fluviais ou na fertirrigação, acarreta prejuízos de ordem ambiental. Neste trabalho foram feitas análises de pH, temperatura, turbidez, cor, dureza, acidez total, alcalinidade total, sólidos em suspensão, ferro e cianeto. Amostras foram coletadas em quatro pontos, que são: nos reservatórios de água presente no início do processo de produção, no processo de fabricação do polvilho, na lagoa aeróbia de decantação e na mangueira que transporta a manipueira após o tratamento, da lagoa aeróbia até a horta. Concluiu-se que o sistema aeróbio, utilizando as lagoas de decantação, não apresentou um resultado satisfatório, pois apesar de sua eficiência ser regular não se obteve uma recuperação considerável do efluente, pois o mesmo não atingiu os parâmetros pré-estabelecidos pela Resolução CONAMA 357 de 17 de março de 2005.

PALAVRAS-CHAVE: Mandioca, Manipueira, Tratamento Aeróbio, Impacto Ambiental.

INTRODUÇÃO

A mandioca hoje faz parte de uma das principais atividades da Cooperativa Agrícola Padre Trindade (CAPT) que é a Fabricação de Polvilho, cuja importância é muito grande para a permanência e sobrevivência dos moradores da comunidade rural de Padre Trindade, ajudando a reduzir o êxodo rural e proporcionando fonte de renda.

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) pertence ao grupo de plantas cianogênicas por apresentar compostos cianídricos e enzimas distribuídas em concentrações variáveis nas diferentes partes da planta. Os dois glicosídeos potencialmente tóxicos são a linamarina e a lotaustralina sendo a linamarina o mais representativo, razão de, aproximadamente, 93:7. (CAGNON *et al.*, 2002).

Fécula é uma substância amilácea extraída das raízes da mandioca por processos industriais. É um carboidrato complexo, que dá origem a uma grande variedade de derivados, utilizados com diferentes usos (VILPOUX *et al.*, 1996). Fécula e amido são sinônimos. Entretanto, a legislação Brasileira chama de amido a fração amilácea encontrada nos órgãos aéreos, tais como grãos e frutos, e fécula, à encontrada nas raízes e tubérculos. A partir

da fécula podem ser fabricados diversos produtos, como o polvilho azedo, a tapioca, o sagu (bolinhas de fécula), dentre outros.

Um dos sérios problemas ambientais da Terra como um todo é a poluição dos recursos de água doce, principalmente se considerados os pequenos cursos, onde ocorrem os despejos dos resíduos líquidos de indústrias que utilizam raízes de mandioca como matéria-prima (FIORETTO, 1994).

Os subprodutos da industrialização da mandioca são partes constituintes da própria planta, gerados em função dos processos tecnológicos adequados. Por este conceito, seriam considerados subprodutos, inclusive, os restos de cultura. A qualidade e a quantidade dos subprodutos variam bastante e dependem de vários fatores como cultivar, idade da planta, tempo após colheita, tipo e regulagem do equipamento industrial, entre outros (CEREDA, 2001).

A manipueira – vocábulo indígena incorporado à língua portuguesa – é o líquido de aspecto leitoso e cor amarelo-clara que escorre das raízes carnosas da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*), por ocasião da prensagem das mesmas, com vista à obtenção da fécula ou da farinha de mandioca. É um subproduto ou resíduo da industrialização da mandioca, que fisicamente se apresenta da forma de suspensão aquosa e quimicamente com uma miscelânea de compostos: goma (5 a 7%), glicose e outros açúcares, proteínas, células descamadas, linamarina e derivados cianogênicos (ácido cianídrico, cianetos e aldeídos) substâncias diversas e diferentes sais minerais, muitos dos quais fontes de macro e micronutrientes para as plantas (MAGALHÃES, 1993).

Na fabricação da farinha ou da fécula, devido à forma como as raízes são processadas, a concentração da manipueira em matéria orgânica e linamarina é muito elevada, correspondendo à fração aquosa da raiz. O potencial tóxico e poluente é agravado, principalmente, por ser a linamarina muito solúvel em água. Existem relatos de morte de animais que beberam da água aonde ocorreram descargas da manipueira, sendo a morte de peixes fato comum. A manipueira apresenta gosto adocicado pela glicose que contém, sendo muito procurada pelos animais (FIORETTO, 1987).

A disposição ao solo dos resíduos líquidos, quando não provocar problemas de contaminação das águas subterrâneas ou do próprio solo é, sem dúvida, a solução mais interessante, pois atua como irrigação do solo ou como fertilizante (fertilirrigação), desde que respeitadas as taxas de aplicação adequadas para o tipo de terreno e cultura.

Os resíduos líquidos são mais preocupantes por serem gerados em grandes volumes, de elevado potencial poluente e de glicosídeos potencialmente hidrolisáveis a cianeto, mas resíduos sólidos também são gerados. Neles encontram-se basicamente a casca da mandioca, fibras e a massa. A utilização na agricultura e na alimentação animal podem ser formas de aproveitamento destes resíduos (CEREDA, 1994).

A maioria das indústrias de processamento de mandioca utiliza como única forma de tratamento da manipueira, a degradação natural, que consiste no confinamento do efluente sobre ação natural dos seguintes fatores: volatilização do HCN, hidrólise de CN (cianeto) livre e complexado, fotodecomposição (UV), precipitação de compostos insolúveis e ação microbiana local, constituindo em um processo relativamente lento, ao qual acarreta na retenção deste efluente nestes locais por longos períodos de tempo (CEREDA, 2001).

É um método muito utilizado, por causa do reduzido investimento de sua implantação e manutenção, porém de efeito muitas vezes duvidoso. Dependendo da localização dos tanques a infiltração do resíduo poderá estar contaminando o lençol freático, ou afetando o solo. A infiltração poderá ser melhorada utilizando-se camadas de areia, carvão e brita, funcionando como elemento filtrante.

Os fatores limitantes deste processo são, portanto, a baixa eficiência e a área ocupada pelos tanques que, dependendo do porte da indústria, assumem grandes dimensões. Nas indústrias de polvilho, devido à grande quantidade de água utilizada na extração do amido, a água residual tem seu volume muito ampliado, e, com isso a utilização deste processo torna-se mais difícil.

Para que se possa proteger o meio ambiente do despejo indiscriminado de resíduos, há necessidade de valorizar esses despejos, aplicando-se tecnologias de manejo, de tratamento e, sobretudo, do estabelecimento de novos usos. Atualmente, incentiva-se a valorização de resíduos através do aproveitamento como subprodutos para

diversas aplicações, já que podem contribuir para a redução da poluição ambiental, bem como permitir o retorno econômico desses materiais que, até então, eram simplesmente descartados.

Portanto, o objetivo geral deste estudo é verificar a eficiência no tratamento da manipueira em lagoa aeróbia, analisando a presença de altas concentrações de compostos químicos e seu estado físico, além de comparar os resultados obtidos no tratamento com os valores permitidos pela Resolução CONAMA 357 de 17 de março de 2005.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido na Cooperativa Agrícola Padre Trindade (CAPT), no município Formiga (MG), no centro-oeste do estado de Minas Gerais. Sua principal atividade é a fabricação de Polvilho extraído da mandioca, cuja importância é muito grande para permanência e sobrevivência dos moradores daquela região.

A Cooperativa Agrícola Padre Trindade está localizada na zona rural a 9,1 km do centro da cidade de Formiga-MG, próximo ao km 503 da rodovia BR 354, apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 20°25'02" S de latitude sul e 45°22'47" O de longitude oeste de Greenwich

Atualmente a cooperativa tem duas lagoas para decantação da manipueira Figura 1, uma está desativada para manutenção e limpeza, e a outra lagoa está trabalhando normalmente recuperando o efluente nela depositado, para ser usado na fertirrigação.



Figura 1: Lagoas aeróbias em manutenção e em funcionamento para tratamento da manipueira.

Uma modificação bastante importante ambientalmente falando é o aproveitamento da massa fibrosa como alimento para gado. Foram construídos dois fornos Figura 2, que estão em fase de teste, para desidratar a massa e misturar na ração bovina. Vale ressaltar que esses fornos são alimentados pelas cascas, geradas no processo de descasca da mandioca. Essa casca após o processo de descasca é levada ao pátio de secagem e posteriormente queimada nos fornos. Essa idéia é bastante importante porque se consegue fazer o reaproveitamento de dois resíduos gerados no processo de fabricação do polvilho, que é a massa fibrosa e a casca.



Figura 2: Fornos de queima da massa fibrosa e da casca.

CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO

O processo de extração do amido para a produção de polvilho gera vários tipos de resíduos, todos de alguma forma podem ser usados na agricultura como adubo orgânico ou reutilizados no processo conforme Figura 3.

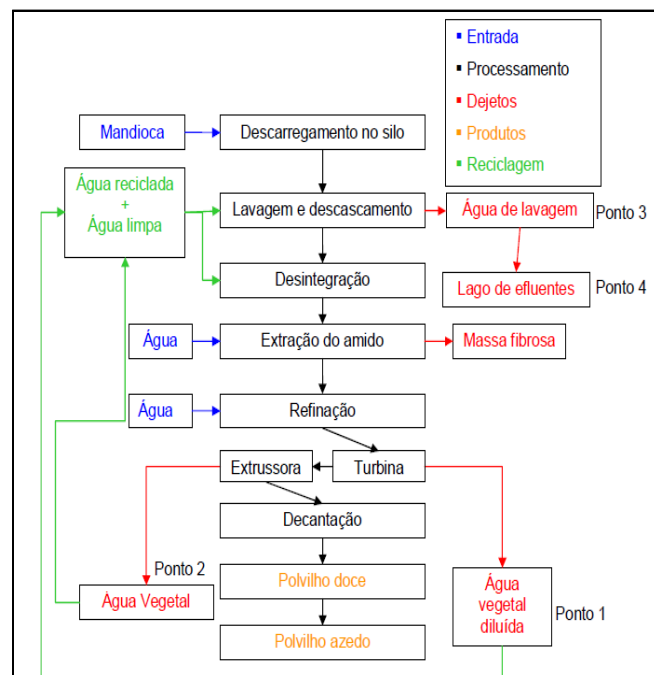


Figura 3: Fluxograma do processo de produção de polvilho.

CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas nos meses de abril e maio de 2010, uma vez por semana, no intervalo de tempo entre 06:00 e 08:00, dependendo do horário do processo de produção, visto que é necessário que o processo esteja em funcionamento para se fazer as coletas. Todas as amostras foram acondicionadas em frasco âmbar de 1000 ml e transportadas em caixa de isopor com gelo.

A coleta das amostras foram feitas em 4 pontos diferentes, de todo o processo da industrialização da mandioca para se obter os resultados pretendidos.

O primeiro ponto coletado Figura 4a foi no início do processo, nos reservatórios de água. Essa água é usada no processo de lavagem e prensagem da mandioca. Os reservatórios são abastecidos através de uma bomba d'água que capta água do rio próximo à Cooperativa, e também de um esquema que capta água das chuvas, construído num galpão ao lado dos reservatórios.

O segundo ponto coletado Figura 4b foi no meio do processo de fabricação do polvilho, no ponto onde ocorre a separação entre o amido que vai para as caixas de decantação e o líquido que concentra alto teor de carga orgânica que é denominado manipueira.

O terceiro ponto de coleta Figura 4c foi na lagoa aeróbia de decantação, local onde é depositado a manipueira. É nesse local que o HCN presente na manipueira evapora ou é decomposto por bactérias presente no meio, neste ponto essa concentração sofre influência de temperatura, umidade, tempo de deposição e clima. A coleta foi realizada em 4 pontos diferentes, nos extremos da lagoa e unificadas em um só vasilhame, com objetivo de conseguir uma amostra mais próxima do real, sem qualquer tipo de interferência de significado relevante.

O quarto ponto coletado Figura 4d foi na mangueira que transporta a manipueira após o tratamento na lagoa aeróbia até à horta, situado num terreno ao lado da fábrica de polvilho, para usar na fertirrigação. Essa mangueira está localizada na parte inferior da lagoa, ou seja, no fundo, e do lado contrário às mangueiras que trazem a manipueira do processo de extração da fécula até a lagoa.



Figura 4: Pontos de coletas das amostras.

LOCAIS, MÉTODOS E MATERIAL UTILIZADO

As análises de pH, temperatura, turbidez, cor, dureza, acidez total, alcalinidade total, ferro e cianeto foram realizadas no laboratório do Sistema de Abastecimento de Água e Esgoto de Formiga (SAAE), seguindo as metodologias descritas a seguir: para o pH foi usado o Standart Methods for the Examination of Water and Wastewaters 4500HB 21^a ed 2005, para a turbidez também foi o Standart Methods for the Examination of Water and Wastewaters 2130B 21^a ed 2005, para a cor foi utilizado o Standart Methods for the Examination of Water and Wastewaters 2120B 18^a ed 1996, para a dureza, acidez total e alcalinidade total foi usado Manual Prático de Análises de Água – FUNASA 2^a ed 2006, para a análise de ferro foi utilizado o Enviromental Protection Agency EPA 315B 1997 e para a análise de cianeto foi usado o Standart Methods for the Examination of Water and Wastewaters 18^a ed 1996.

Já as análises de sólidos em suspensão foram feitas usando o método Colorimétrico descrito por Macedo 2005 no Centro de Análises de Águas e Resíduos CENAR UNIFOR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a coleta das amostras foram realizadas análises físico-químicas dos parâmetros, descritos anteriormente, obtendo-se os resultados demonstrados na Tabela 1, os quais serão discutidos a seguir:

Tabela 1: Parâmetros e Resultados das Análises.

Temperatura (°C)							
Pontos de amostra	Ensaio						Valores médios
	10/04/10	17/04/10	24/04/10	03/05/10	11/05/10	18/05/10	
Tanque	18,5	21,8	19,0	20,2	18,7	22,0	20,03
Produção (manipueira)	18,9	20,9	18,2	21,3	0,3	21,7	20,21
Lagoa	20,3	21,8	18,5	21,7	19,1	22,3	20,61
Fertirrigação	-	-	18,6	-	-	21,7	20,15
pH							
Pontos de amostra	Ensaio						Valores médios
	10/04/10	17/04/10	24/04/10	03/05/10	11/05/10	18/05/10	
Tanque	7,20	7,12	7,00	6,94	7,54	6,80	7,01
Produção (manipueira)	6,08	6,40	6,41	6,49	6,23	6,82	6,43
Lagoa	3,61	3,77	3,84	3,87	4,43	4,24	3,96
Fertirrigação	-	-	3,52	-	-	4,45	3,98
Turbidez (NTU)							
Pontos de amostra	Ensaio						Valores médios
	10/04/10	17/04/10	24/04/10	03/05/10	11/05/10	18/05/10	
Tanque	11,80	9,94	17,90	18,00	13,90	16,80	14,72
Produção (manipueira)	6.065,00	5.790,00	3.040,00	14.700,00	17.000,00	13.040,00	9.939,17
Lagoa	453,00	390,00	1.510,00	674,00	1.250,00	1.168,00	907,50
Fertirrigação	-	-	2.865,00	-	-	2.360,00	2.612,50
Cor aparente (uR)							
Pontos de amostra	Ensaio						Valores médios
	10/04/10	17/04/10	24/04/10	03/05/10	11/05/10	18/05/10	
Tanque	65	96	64	70	64	128	81,12
Produção (manipueira)	20.600	23.800	17.850	27.300	29.700	35.100	25.725
Lagoa	11.300	12.600	11.900	12.230	10.000	5.200	10.538
Fertirrigação	-	-	9.460	-	-	2.620	6.040
Dureza (mg/L de Ca ²⁺ e Mg ²⁺)							
Pontos de amostra	Ensaio						Valores médios
	10/04/10	17/04/10	24/04/10	03/05/10	11/05/10	18/05/10	
Tanque	11,6	12	25	12,20	11,10	13,20	14,20
Produção (manipueira)	495	501	550	535	525	542	524,67
Lagoa	790	833	850	730	782,4	762	791,24
Fertirrigação	-	-	2.750,00	-	-	2.530,00	2.640,00
Acidez total (mg/L de CO ₂)							
Pontos de amostra	Ensaio						Valores médios
	10/04/10	17/04/10	24/04/10	03/05/10	11/05/10	18/05/10	
Tanque	5,8	3	6,0	6,7	5,2	3,4	5,02
Produção (manipueira)	702	630	715	692	680	730,2	691,50
Lagoa	-	-	-	-	-	1.786,20	1.782,60
Fertirrigação	-	-	-	-	-	2.052,20	2.052,20

Continuação da Tabela 1: Parâmetros e Resultados das Análises.

Alcalinidade total (ml/L de CaCO ₃)							
Pontos de amostra	Ensaio						Valores médios
	10/04/10	17/04/10	24/04/10	03/05/10	11/05/10	18/05/10	
Tanque	27	30	36	23	32	35	30,5
Produção (manipueira)	1.512,00	1.390,00	1.530,00	1.490,00	1.500,00	1.587,70	1.501,60
Lagoa	-	-	-	-	-	827,65	827,65
Fertirrigação	-	-	-	-	-	787,65	787,65
Cianeto (mg/L de CN ⁻)							
Pontos de amostra	Ensaio						Valores médios
	10/04/10	17/04/10	24/04/10	03/05/10	11/05/10	18/05/10	
Tanque	-	-	-	0,007	0,009	0,008	0,008
Produção (manipueira)	-	-	-	19,75	10,75	12,90	14,47
Lagoa	-	-	-	1,77	3,75	3,20	2,90
Fertirrigação	-	-	-	-	-	0,50	0,50
Ferro (mg/L)							
Pontos de amostra	Ensaio						Valores médios
	10/04/10	17/04/10	24/04/10	03/05/10	11/05/10	18/05/10	
Tanque	-	0,82	0,79	-	1,06	0,95	0,90
Produção (manipueira)	-	24,50	23,90	-	24,81	25,12	24,60
Lagoa	-	7,48	7,42	-	6,90	7,84	7,41
Fertirrigação	-	-	12,30	-	-	11,84	12,07
Sólidos Suspensos (mg/L)							
Pontos de amostra	Ensaio 18/05/10						Valores médios
	Ensaio 1		Ensaio 2		Ensaio 3		
Tanque	15		12		15		14
Produção (manipueira)	7700		8260		8480		8146,67
Lagoa	1320		1360		1200		1293,34
Fertirrigação	1900		2060		2220		2060

TEMPERATURA

A temperatura é um parâmetro físico importante que está associado com a intensidade de calor. A temperatura pode variar em função de fontes naturais (energia solar) e fontes antropogênicas (despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas).

Nota-se na Tabela 1 e no Gráfico 1 que os valores médios obtidos nos 04 pontos de amostragem tiveram pouca variação, a temperatura nesses pontos não apresentou diferença significativa.

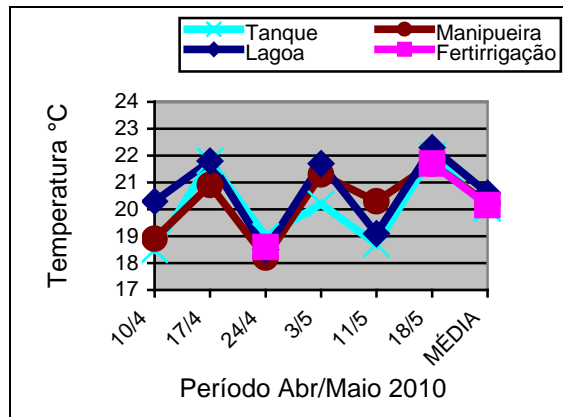


Gráfico 1: Comparação dos resultados da temperatura.

pH

O pH é uma medida que estabelece a condição ácida ou alcalina da água. É um parâmetro de caráter operacional que deve ser acompanhado para otimizar os processos de tratamento. É um parâmetro que não tem risco sanitário associado diretamente à sua medida. De acordo com a Portaria 518/04 do Ministério da Saúde a faixa recomendada de pH na água distribuída é de 6,0 a 9,5.

Nota-se na Tabela 1 e no Gráfico 2 que os valores médios obtidos tiveram uma alteração relevante. Segundo a Resolução CONAMA 357, que estipula o pH para as classes 1,2 e 3 entre 6,0 e 9,0, para usar a manipueira na fertirrigação terá que aumentar o pH ao nível estabelecido na legislação.

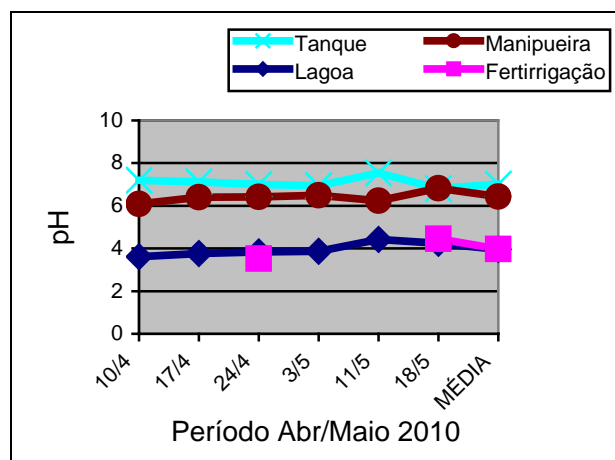


Gráfico 2: Comparação dos resultados de pH.

TURBIDEZ

É a medição da resistência da água à passagem de luz. É causada por diversos materiais em suspensão, de tamanho e natureza variados, tais como, lamas, areias, matéria orgânica e inorgânica finamente dividida, plâncton e outros organismos microscópicos. A turbidez é um parâmetro de aspecto estético de aceitação ou rejeição do produto.

Nota-se na Tabela 1 e no Gráfico 3 que os valores médios obtidos estão fora do padrão permitido. Segundo a Resolução CONAMA 357, que estipula o valor permitido para as classes: 1 que é até 40 NTU, classe 2 e 3 até 100 NTU. Como o tratamento desse líquido é através de lagoa aeróbia, provavelmente essa significativa variação dos resultados é por causa das chuvas, pode ser também em alguma mudança no processo de descasca da mandioca para a produção de polvilho.

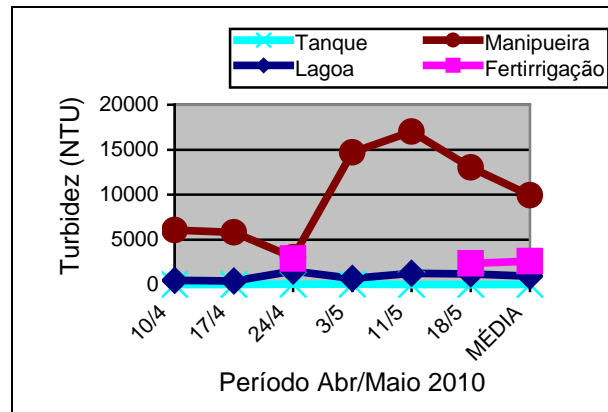


Gráfico 3: Comparação dos resultados de turbidez.

COR APARENTE

A Cor é uma medida que indica a presença na água de substâncias dissolvidas, ou finamente divididas (material em estado coloidal). Assim como a turbidez, a cor é um parâmetro de aspecto estético de aceitação ou rejeição do produto.

uH é a abreviação unidade de Hazen. Ela representa mg/Pt/L (miligramas de platina por litro). Esta unidade é utilizada para medir a cor de luz transmitida através de líquidos. Ela é extensivamente usada para medir a cor de água, óleos claros, produtos química e petroquímica, tais como glicerina, solventes e destilados de petróleo (EMBRAPA 2004).

Nota-se na Tabela 1 e no Gráfico 4 que os valores médios obtidos estão fora do padrão, segundo a Resolução CONAMA 357 que dispõe os valores máximos permitido para classe 1 nível de cor natural de corpo d'água até 30mg/Pt/L e classes 2 e 3 até 75mg/Pt/L, porém o tratamento através da lagoa aeróbia apresenta uma boa eficiência, mesmo não atingindo os padrões previstos. Como a turbidez a cor também pode sofrer alterações/variações devido às chuvas.

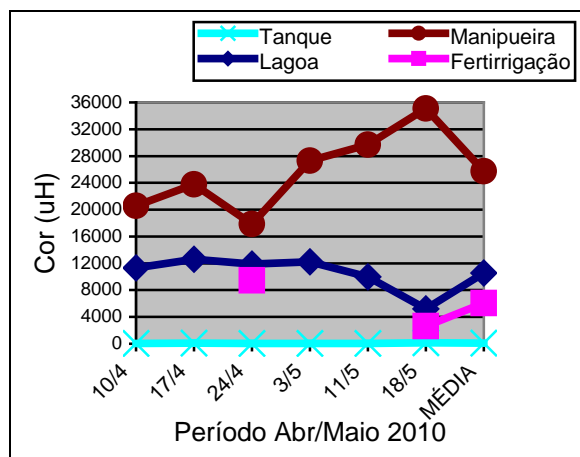


Gráfico 4: Comparação dos resultados de cor aparente.

DUREZA

A dureza de uma água é causada pela presença de sais minerais dissolvidos, cálcio, magnésio, ferro, estrôncio, zinco e magnésio. Os íons de cálcio e magnésio são normalmente os únicos presentes em quantidades significativas, portanto, a dureza é geralmente considerada como uma medida do teor em cálcio e magnésio na água.

Nota-se na Tabela 1 e no Gráfico 5 que os valores médios obtidos apresentam uma variação considerável e uma ineficiência da lagoa aeróbia no tratamento do líquido, provavelmente por causa das chuvas onde ocorre a lixiviação.

Foi feita uma pesquisa sobre valor máximo permitido (VMP) do parâmetro dureza para irrigação e não foi encontrado informações sobre o assunto.

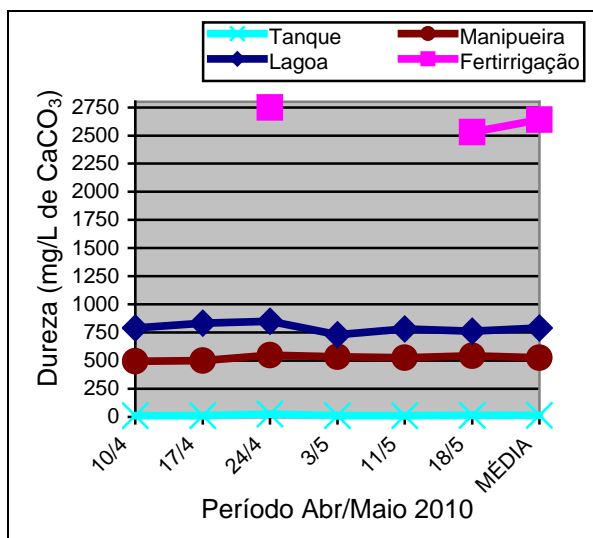


Gráfico 5: Comparação dos resultados de dureza.

ACIDEZ TOTAL

Acidez é a capacidade da água em resistir às mudanças de pH causadas pelas bases, é devida principalmente à presença de gás carbônico livre, constituintes responsáveis são os sólidos dissolvidos, gases dissolvidos (CO₂, H₂S), tem sua origem natural (CO₂ absorvido da atmosfera ou resultante da decomposição MO, H₂S) ou antropogênica (despejos industriais).

Nota-se na Tabela 1 e no Gráfico 6 que os valores médios obtidos apresentam uma variação considerável e uma ineficiência da lagoa aeróbia no tratamento do líquido, provavelmente por causa da decomposição da matéria orgânica.

Foi feita uma pesquisa sobre valor máximo permitido (VMP) de acidez total para irrigação e não foi encontrado informações sobre o assunto.

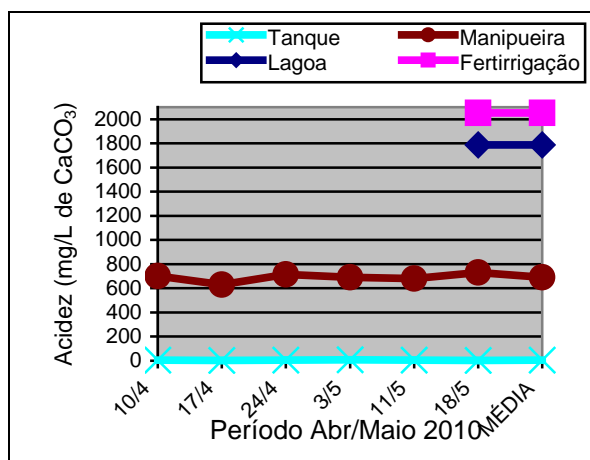


Gráfico 6: Comparação dos resultados da acidez total.

ALCALINIDADE

A alcalinidade é a quantidade de íons na água que reagirão para neutralizar os íons H^+ , é uma medição da capacidade da água de neutralizar os ácidos (capacidade de resistir às mudanças de pH: capacidade tampão); os principais constituintes da alcalinidade são os bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2-}) e hidróxidos (OH^-). Seu constituinte responsável são os sólidos dissolvidos e tem sua origem natural (dissolução de rochas, reação do CO_2 com a água (CO_2 advindo da atmosfera ou da decomposição da MO) ou antropogênica (despejos industriais).

Nota-se na Tabela 1 e no Gráfico 7 que os valores médios obtidos apresentam uma significativa variação e uma ineficiência da lagoa aeróbia no tratamento do líquido, essa variação provavelmente é por causa das chuvas onde ocorre a lixiviação e também por causa da decomposição da matéria orgânica.

Foi feita uma pesquisa sobre valor máximo permitido (VMP) de alcalinidade total para irrigação e não foi encontrado informações sobre o assunto.

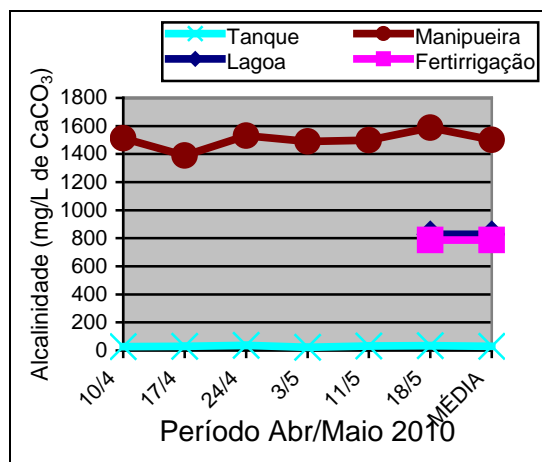


Gráfico 7: Comparação dos resultados da alcalinidade total.

CIANETO

O cianeto (CN) produzido é um veneno muito forte, que apesar de ser volátil, pode dissociar-se quando dissolvido em águas com pH igual ou maior que 8 formando HCN ou cianeto livre, ou ácido cianídrico.

Nota-se na Tabela 1 e no Gráfico 8 que os valores médios obtidos estão fora do padrão, segundo a Resolução CONAMA 357 que dispõe o valor máximo permitido (VMP) para as classes 1 e 2 de 0,005 mg/L e classe 3 de 0,022 mg/L, porém o tratamento através da lagoa aeróbia apresenta uma eficiência regular, mesmo não atingindo os padrões previstos. Esse problema na eficiência da lagoa com relação ao seu tratamento pode ter como motivo o controle do tempo/período que a manipueira fica na lagoa aeróbia, esse tempo não está sendo suficiente para o tratamento.

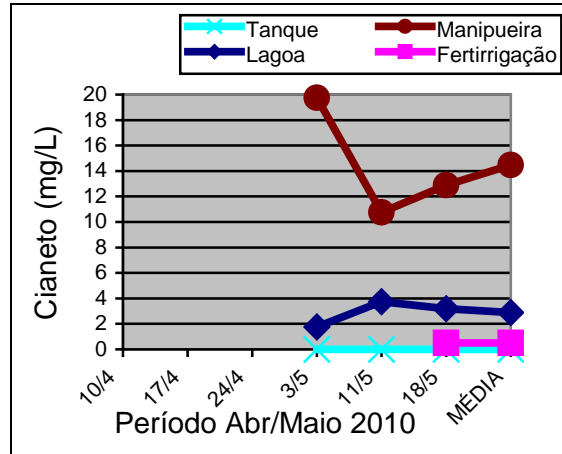


Gráfico 8: Comparação dos resultados de presença de cianeto.

FERRO

Estão presentes nas formas insolúveis na maioria dos solos (Fe_3^+); na ausência de OD (ex.: água subterrânea ou fundo de lagos e represas), eles se apresentam na forma solúvel reduzida (Fe_2^+).

Nas águas superficiais, o nível de ferro aumenta nas estações chuvosas devido ao carreamento de solos e a ocorrência de processos de erosão das margens. Também poderá ser importante a contribuição devida à efluentes industriais.

Nota-se na Tabela 1 e no Gráfico 9 que os valores médios obtidos estão fora do padrão, segundo a Resolução CONAMA 357 que dispõe o valor máximo permitido (VMP) para as classes 1 e 2 de 0,3 mg/L e classe 3 de 5,0 mg/L, porém o tratamento através da lagoa aeróbia apresenta uma eficiência regular, mesmo não atingindo os padrões previstos. Esse problema na eficiência da lagoa com relação ao seu tratamento pode ser por causa de chuva onde ocorre a lixiviação.

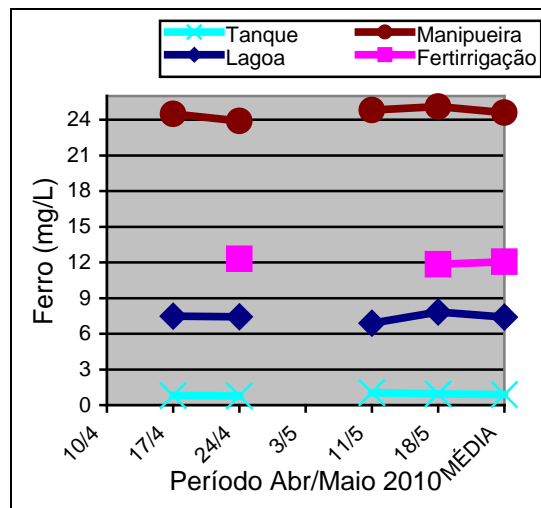


Gráfico 9: Comparação dos resultados de presença de ferro.

SÓLIDOS SUSPENSOS

Os sólidos podem ser classificados de acordo com suas características físicas (tamanho e estado) é uma divisão prática, diz-se que as partículas de menores dimensões, capazes de passar por um papel de filtro de tamanho especificado, correspondem aos sólidos dissolvidos, enquanto que as de maiores dimensões, retidas pelo filtro, são consideradas sólidos em suspensão. Numa faixa intermediária situam-se os sólidos coloidais, que nos

resultados das análises de água, a maior parte dos sólidos coloidais entra como sólidos dissolvidos, e o restante como sólidos em suspensão, por ser de difícil identificação nos processos de análises.

Nota-se na Tabela 1 e no Gráfico 10 que os valores médios obtidos estão fora do padrão, segundo a Resolução CONAMA 357 que dispõe o valor máximo permitido (VMP) para as classes 1, 2 e 3 de 500 mg/L, porém o tratamento através da lagoa aeróbia apresenta uma eficiência regular, mesmo não atingindo os padrões previstos. Esse problema na eficiência da lagoa com relação ao seu tratamento pode ter como motivo o controle do tempo/período que a manipeira fica na lagoa aeróbia, esse tempo não está sendo suficiente para o tratamento e também as chuvas que provocam a lixiviação.

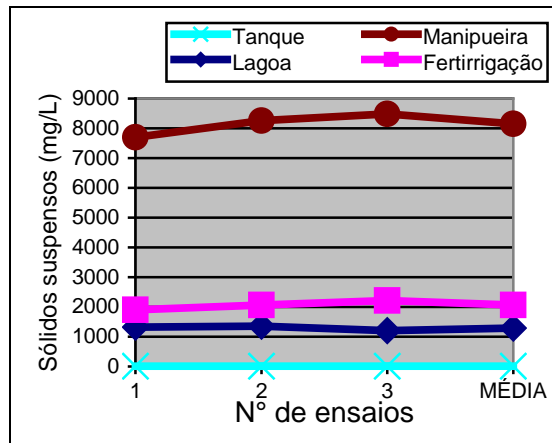


Gráfico 10: Comparação dos resultados de sólidos suspensos.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que a proposta do tratamento aeróbico utilizando as lagoas de decantação não apresentou um resultado satisfatório, sua eficiência foi regular, apesar de o tratamento conseguir uma recuperação considerável do efluente, ele não consegue atingir os parâmetros pré-estabelecidos pela legislação.

Conclui-se também que o tempo/período que a manipeira fica na lagoa de tratamento precisa-se ser estudado mais profundamente, com o objetivo de conseguir o tempo necessário para realizar os processos físicos, químicos e biológicos e com isso obter uma eficiência próxima do ideal com relação a recuperação do efluente em questão.

Devemos observar também que as lagoas de tratamento deverão ser construídas em locais mais apropriados evitando interferências no tratamento por causa das chuvas onde ocorre o carreamento de minerais.

A pesquisa de campo é uma área importante, porque mesmo que não se obtenha os resultados esperados e/ou desejados, ainda assim fornece contribuição para a comunidade científica, através de estudos e análises dos resultados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro do Centro Universitário de Formiga – UNIFOR-MG.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA; AWWA; WPCP; Standart Methods for the Examination of Water and Wastewaters. 18^a ed., Washington 1996.
2. APHA; AWWA; WPCP; Standart Methods for the Examination of Water and Wastewaters. 21^a ed., 2005.
3. BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual Prático de Análise de Água. 2^a ed., Brasília: Funasa, 2006.
4. CAGNON, J.R.; CEREDA, M.P.; PANTAROTTO, S. Cultura de tuberosas amiláceas latino-americanas. São Paulo: Fundação Cargil, ago, 2002. (Cultura de Tuberosas Amiláceas Latino-americanas, v.2) 1 CD-ROM.
5. CEREDA, M.P. (1994), Resíduos da industrialização de mandioca no Brasil. In: Resíduos da Industrialização da mandioca. São Paulo. Editora Paulicéia, p.28-34.
6. CEREDA, M.P. Caracterização dos subprodutos da industrialização da mandioca. In: CEREDA, M. P (coord): Manejo, Uso e Tratamento de Subprodutos da Industrialização da Mandioca. Vol IV. São Paulo: Fundação CARGILL, 2001. p. 13 – 37.
7. Environmental Protection Agency, Adaptação do método 315B fenantrolina recomendado pelo EPA para águas naturais e tratadas, 1981.
8. FIORETTO, A.M.C. Viabilidade de cultivo de *Trichosporon* spp. em manipueira. Botucatu, UNESP/Faculdade de Ciências Agrônômicas, 1987. 96 p. (artigo de capítulo de livro).
9. FIORETO, R.A., Uso direto da manipueira em fertirrigação. In: Resíduo da industrialização de mandioca no Brasil, 1^aed. São Paulo Editora Paulicéia, 1994. p.51-80.
10. MACEDO, J.A.B. Métodos Laboratoriais de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas Atualizada e Revisada. 3^a ed., Belo Horizonte MG, 2005. 601p.
11. MAGALHÃES, C.P. Estudos sobre as bases bioquímicas da toxicidade da manipueira a insetos, nematóides e fungos, 1993. 117p. Tese (Mestrado) Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza.
12. VILPOUX, O.; CEREDA, M.P. DA SILVA, A. P. P. O Mercado de amido no Brasil. Boletim Técnico I. São Paulo: CERAT/UNESP, 1996. □