

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**COORDENAÇÃO DE QUÍMICA**  
**CURSO DE BACHARELADO E LICENCIATURA EM QUÍMICA**

**CAROLINE ZANOTTO**

**CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUO DA INDÚSTRIA DE  
BENEFICIAMENTO DO MILHO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2011**

**CAROLINE ZANOTTO**

**CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUO DA INDÚSTRIA DE  
BENEFICIAMENTO DE MILHO**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado à Comissão de Diplomação do Curso de Bacharelado em Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Pato Branco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Química.

Orientador: Msc. Edilson da Silva Ferreira

Co-orientador: Dr. Ricardo de Freitas Branco

Pato Branco – PR  
2011

## FOLHA DE APROVAÇÃO

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha família pela colaboração e compreensão em toda a formação acadêmica.

Agradeço os meus orientadores pelas críticas construtivas, apoio e sugestões para realização deste trabalho.

## RESUMO

ZANOTTO, Caroline. Caracterização de resíduo da indústria de beneficiamento de milho. 2011. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em química industrial e Licenciatura em química), da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2011.

O presente trabalho teve como objetivo realizar a caracterização do resíduo gerado pela indústria de beneficiamento de milho, conhecido como milhocina, para avaliar as concentrações dos substratos encontrados visando uma forma viável de tratamento ou reutilização. A milhocina contém grande quantidade de nitrogênio, aminoácidos entre outros nutrientes, sendo utilizado principalmente como alimento complementar na fabricação de ração e fonte de nutrientes em processos fermentativos. Foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas como DQO, DBO, acidez, açúcares totais, bolores e análises cromatográficas e verificou-se que a matéria orgânica estava em alta concentração, necessitando de um tratamento antes de ser lançado, o valor de pH da amostra encontrava-se em 3,7 após a primeira etapa de maceração do milho, indicando presença de microrganismos em processo fermentativo, a demanda bioquímica de oxigênio foi de  $1812 \text{ mg.dm}^{-3}$ , a demanda química de oxigênio foi  $3670 \text{ mg.dm}^{-3}$ , e as análises em cromatografia líquida de alta eficiência mostraram a presença de ácidos carboxílicos, provavelmente de cadeias pequenas, comparando com a intensidade dos picos. Através da análise dos resultados obtidos verificou-se que a milhocina possui potencial para reutilização em processos industriais como forma de tratamento.

**Palavras-chave:** milhocina; resíduo; matéria orgânica; efluente; agroindustriais;

## ABSTRACTS

ZANOTTO, Caroline. Characterization of wastes from the processing of corn seeking. 2011. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em química industrial e Licenciatura em química), da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2011.

This study aimed to perform the characterization of the waste generated by the corn processing industry, known as corn steep liquor, to assess the concentrations of substrates in order to find a viable form of treatment or reuse. The corn steep liquor contains large amounts of nitrogen, amino acids and other nutrients, is primarily used as a food supplement in the manufacture of feed and nutrient source in fermentation processes. Were carried out physico-chemical and microbiological as COD, BOD, acidity, total sugar, molds and chromatographic analysis and found that the organic matter concentration was high, requiring treatment before being released, the sample pH was acid after the first of corn steep liquor, indicating the presence of microorganisms in the fermentation process, the pH value of 3,7 was found biochemical oxygen demand was  $1812 \text{ mg.dm}^{-3}$ , the chemical oxygen demand was  $3670 \text{ mg.dm}^{-3}$ , and analysis on high performance liquid chromatography showed the presence of carboxylic acids, probably of small chains, compared with the intensity of the peaks. By analyzing the results showed that the corn steep liquor has potential for reuse in industrial processes as a treatment.

**Keywords:** corn steep liquor; waste; organic matter; wastewater; agribusiness;

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Partes que compõe o grão de milho.....	16
Figura 2: Contagem de bolores da amostra de efluente. ....	30
Figura 3: Espectro de UV da amostra na faixa de 200-700 nm.....	31
Figura 4: Cromatograma para teste qualitativo de ácidos carboxílicos. ....	32
Figura 5: Absorção na região do ultravioleta do cromatograma da figura 3. ....	33

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Padrões para lançamentos de efluentes. ....	16
Tabela 2: Resultados das análises realizadas no efluente bruto.....	29

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>12</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>13</b>
3.1 DEFINIÇÃO DE RESÍDUOS E SUBPRODUTOS .....	13
3.2 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS .....	13
3.3 SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS.....	15
3.4 PADRÕES DE LANÇAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS.....	15
3.5 PROCESSAMENTO DO MILHO.....	16
3.6 RESÍDUOS DE PROCESSAMENTO DE MILHO.....	17
3.7 INFLUÊNCIA DA DBO E DQO NOS EFLUENTES .....	18
3.7.1 Atividades industriais com alta concentração de DBO .....	19
3.7.2 Algumas formas de tratamento para subprodutos agroindustriais .....	20
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>22</b>
4.1 ANÁLISES FÍSICO QUÍMICAS .....	22
4.1.1 Cálcio .....	22
4.1.2 Cloretos.....	23
4.1.3 Acidez.....	23
4.1.4 DBO e BQO.....	24
4.1.5 Óleos e graxas .....	24
4.1.6 Sólidos Totais.....	25
4.1.7 Açúcares redutores totais.....	25
4.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	26
4.2.1 Contagem de microrganismos aeróbios mesófilos .....	26
4.3 ANÁLISES DE ESPECTROSCOPIA DE ULTRAVOLETA.....	28
4.4 ANÁLISES CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA EFICIENCIA (CLAE) .....	28
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>29</b>
5.1 CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE BRUTO .....	29
5.1.1 Caracterização físico-química e microbiológica .....	29
5.1.2 Análise obtida em espectro de ultravioleta .....	30
5.1.3 Resultados de análises em CLAE .....	32

<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>35</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Na tentativa de reduzir os impactos ambientais gerados por atividades agroindustriais, órgãos governamentais e indústrias estão buscando uma nova política ambiental. Pesquisas mostram que esses resíduos ainda contém grande quantidade de matéria orgânica, entre outros subprodutos, os quais poderão ser utilizados como fonte para geração de outros produtos, como por exemplo, ração animal, nutrientes para microrganismos em vários processos (PELIZER, 2007).

O cultivo de milho no Brasil, em 2010, segundo o IBGE foi de 40 milhões de toneladas, resultados bastante positivos está sendo apresentado por agricultores do centro-sul do país. Com a ajuda de avançadas técnicas, eles vem registrando um rendimento recorde a cada ano, comprovando grande disponibilidade deste no mercado. O estado do Paraná é um dos maiores produtores de milho com uma safra anual de cerca de 12 milhões de toneladas (ABIMILHO, 2011).

As indústrias realizam o beneficiamento do milho por processo a seco, no qual se retira o gérmen do grão para ser utilizado na indústria alimentícia de canjicas, cereais. No processo por via úmida, o grão de milho é macerado e retira-se o amido, utilizado para cervejarias e diversos outros produtos. Esse processo dá origem ao efluente conhecido como água de maceração ou milhocina, que contém grande quantidade de matéria orgânica (ABIMILHO, 2011).

A milhocina é um subproduto de beneficiamento de milho, também chamado de *corn steep liquor* contém grande quantidade de nitrogênio, aminoácidos entre outros nutrientes, sendo utilizado principalmente como alimento complementar na fabricação de ração para aves e ruminantes (AMARTEY & LEUNG, 2000).

Porém uma desvantagem da milhocina é sua variável composição, que pode depender da condição e qualidade do grão de milho e do processamento. Outras vezes torna-se inviável utilizá-lo devido a se tornar um processo caro. Na análise de sua composição química pode-se observar que há uma alta concentração de matéria orgânica que se não tratada corretamente causa a morte de animais no ecossistema aquático (LIGGETT & KOFFLER, 1998).

Esse trabalho teve o objetivo de caracterizar o efluente gerado pela indústria de beneficiamento de milho, para destacar o subproduto de maior importância presente para um possível reaproveitamento.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar o efluente gerado pela indústria de beneficiamento de milho, visando uma possível alternativa para tratamento.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar análises físico-químicas para caracterizar o efluente;
- Avaliar os resultados obtidos;
- Propor uma possível reutilização para o efluente;

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 DEFINIÇÃO DE RESÍDUOS E SUBPRODUTOS

Resíduo define-se como sendo os materiais não aproveitados em atividades humanas, provenientes das indústrias, comércios e residências. O lixo é um exemplo de resíduo produzido de diversas formas, podendo ser tóxico ou prejudicial ao meio ambiente (LANGANKE, 2011).

De acordo com o Ministério do Trabalho (NR 25/2011), entendem-se como resíduos aqueles que são provenientes dos processos industriais, na forma sólida, líquida ou gasosa ou combinação dessas, e que por suas características físicas, químicas ou microbiológicas não se assemelham aos resíduos domésticos, como cinzas, lodos, óleos, materiais alcalinos ou ácidos, escórias, poeiras, borras, substâncias lixiviadas e aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como demais efluentes líquidos, emissões gasosas e contaminantes atmosféricos. Cabe à empresa buscar a redução da geração de resíduos por meio da adoção das melhores práticas tecnológicas e organizacionais disponíveis, através de métodos, equipamentos ou medidas adequados (BRASIL, 2011).

Subprodutos são aqueles provenientes de um processamento industrial, onde se pode produzir um novo produto a partir deste. Uma maior utilização é limitada pela falta de conhecimento da composição química, viabilidade econômica e garantia de segurança alimentar e ambiental dos subprodutos industriais (MENEHETTI & DOMINGUES, 2008).

#### 3.2 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS

Os resíduos são classificados de acordo com o estado físico em sólidos, líquidos e gasosos, de acordo com a composição química em orgânicos e inorgânicos e de acordo com a periculosidade em perigosos, inertes e não inertes (LANGANKE, 2011).

Resíduos no estado sólido ou semissólido, de acordo com NBR 10004/2004, são aqueles que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água (BRASIL, 2004).

Resíduos no estado líquido são aqueles provenientes da lixiviação de materiais encontrados nos lixões e aterros sanitários, água da chuva após entrarem em contato com diversos materiais, como poluentes atmosféricos, podem contaminar o solo e o lençol de água, resíduos de mercúrio que são altamente tóxicos, efluentes industriais (LANGANKE, 2011).

Resíduos gasosos resultam de reações químicas feitas pela queima de combustíveis fósseis e pelas bactérias em processos aeróbios e anaeróbios com liberação de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e metano ( $\text{CH}_4$ ) (LANGANKE, 2011).

Resíduos orgânicos resultam de restos de seres vivos animais e vegetal e atividades humanas, exemplo: folhas, galhos, restos de alimentos, fezes. Resíduos inorgânicos resultante de material sem vida, constituídos por vidros, plásticos, metais, tecidos, pilhas, baterias, gerado tanto pelo homem como pela indústria. É de difícil decomposição e acarretam problemas ao meio ambiente devido a sua composição. Estes podem ser reciclados ou devem ser armazenados em locais adequados (NASCIMENTO, et al., 2005).

Quanto a periculosidade, os resíduos classificam-se em: resíduos perigosos (classe 1) são aqueles que representam risco à saúde pública e ao meio ambiente, exigindo tratamento em função de serem corrosivos, tóxicos, inflamáveis; resíduos não inertes (classe 2) não são perigosos, mas possuem propriedades como solubilidade em água, biodegradabilidade entre outras; resíduos inertes (classe 3) são aqueles que ao entrarem em contato com a água ela permanecerá potável, devido a não se solubilizarem em água e não se decompõem no solo (LANGANKE, 2011).

### 3.3 SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS

A utilização de subprodutos industriais vem se tornando importante para a economia e o meio ambiente, uma vez que se podem evitar possíveis impactos ambientais. Pesquisas foram realizadas utilizando resíduos industriais para crescimento de microrganismos e recuperação de biomassa em diversas áreas da biotecnologia, como saúde agricultura, energia e meio ambiente (GONZALEZ, 1996), (VERSTREAETE et. al., 1996). Essas aplicações trouxeram consequências de melhorias no saneamento e na implantação de indústrias secundárias (SANTOS et. al, 2006).

Órgãos governamentais e indústrias estão em constante preparo para aplicação de uma política ambiental que possibilite diminuir os impactos ambientais negativos à natureza. Os resíduos apresentam perda de matéria-prima e energia, exigindo investimentos significativos em tratamentos para posteriormente serem lançados em corpos hídricos, além de criar problemas ambientais. Alguns desses resíduos podem ser convertidos em outros produtos ou matérias primas para outros processos aplicando-se uma tecnologia adequada (PELIZER, 2007).

### 3.4 PADRÕES DE LANÇAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS

Nas literaturas consultadas não foi encontrada legislação específica para padrões de lançamento de efluentes gerados por indústrias que beneficiam o milho, então se utilizou como referência os padrões de lançamentos para resíduos industriais como um todo, segundo resolução 375 da CONAMA (BRASIL, 2006). Na tabela 1, podem-se observar os limites de alguns parâmetros analisados para lançamento de resíduos industriais em corpo hídrico.

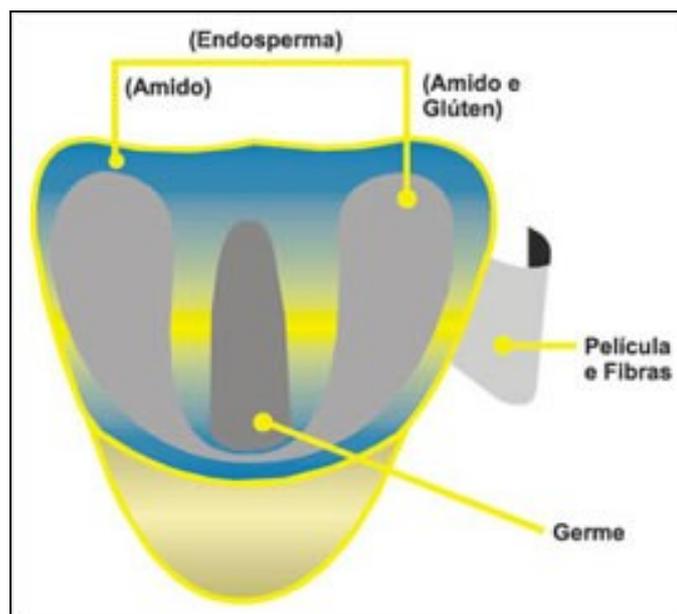
**Tabela 1:** Padrões para lançamentos de efluentes.

Parâmetros	Valor máximo permitido
pH	6,0 a 9,0
DBO <sub>5</sub> a 20 °C (mg.dm <sup>-3</sup> )	60
DQO (mg.dm <sup>-3</sup> )	90
Sólidos totais (mg.dm <sup>-3</sup> )	500
Cloretos (mg.dm <sup>-3</sup> )	250
Óleos e graxas (mg.dm <sup>-3</sup> )	Até 20

Fonte: (BRASIL, 2006).

### 3.5 PROCESSAMENTO DO MILHO

Quando cortado na vertical, o grão de milho revela alguns componentes básicos, como endosperma: correspondente à maior parte do grão compõe-se basicamente de amido (61 %), glúten (7 %), água 16 % película: parte que recobre o grão pode ser utilizada para rações de animais, gérmen (11 %): parte vegetativa do grão e fonte de óleo de milho importante para indústrias de alimentos, outras substancias como vitaminas e fibras (5 %). A figura 1 representa os componentes do milho (ABIMILHO, 2011).



**Figura 1:** Partes que compõe o grão de milho.  
Fonte: ABIMILHO, 2011.

Existem dois processos para industrialização de milho a seco e a úmido: No processo a seco, o milho, após limpeza e secagem é degerminado e separado em endosperma e gérmen, onde o primeiro é moído e classificado para a obtenção de produtos finais, e o segundo passa por um processo de extração para produção de óleo e farelo. No processamento via úmida, o milho, após limpeza e secagem, é macerado e separado em gérmen, fibras e endosperma, e estes ainda podem ser separados em amido e glúten. Do amido obtêm-se xaropes e outros tipos de amidos especiais. O glúten pode ser incorporado às fibras (ABIMILHO, 2011). A empresa fornecedora do efluente realiza o processamento do milho por via úmida, para obtenção de farinha de milho, canjica, farinha de biju e flocos de milho.

O estado do Paraná é o maior produtor de milho do Brasil, correspondendo a 24 % do total produzido no país; a produção brasileira de milho em grãos tem dois destinos. Primeiro, o consumo no estabelecimento rural, refere-se aquela parcela do milho que é produzida e consumida no próprio estabelecimento, destinando-se ao consumo animal. Segundo a oferta do produto no mercado consumidor, onde se tem fluxos de comercialização direcionados para fabricas de rações, indústrias alimentícias, mercado de consumo in natura e exportações (EMBRAPA, 2010).

### 3.6 RESÍDUOS DE PROCESSAMENTO DE MILHO

A milhocina é um subproduto de beneficiamento de milho, contém grande quantidade de nitrogênio, aminoácidos entre outros nutrientes, sendo utilizado principalmente como alimento complementar na fabricação de ração para aves e ruminantes. Estudos estão sendo desenvolvidos para adicionar à processos fermentativos, como fonte de nutrientes para microrganismos (AMARTEY & LEUNG, 2000).

Porém uma desvantagem econômica da milhocina é sua variável composição, que pode depender da condição e qualidade do grão de milho e do processamento, o que pode inviabilizar a utilização tornando-se um processo caro (LIGGETT & KOFFLER, 1998).

Algumas características físico-químicas do resíduo: o valor de pH pode variar de 3,5 a 4,1, a concentração de nitrogênio está entre 3,8 % a 4,5 % no efluente bruto, os teores de açúcares (glicose) e ácido láctico são bastante variados,

normalmente os teores de açúcares não ultrapassam de 5 % e os de ácido láctico estão entre 5 – 15 %, devido a já estarem em processo de fermentação nessa faixa de pH. A quantidade de matéria orgânica presente pode ser elevada, tornando-se um dos grandes problemas de tratamento para as indústrias (LIGGETT & KOFFLER, 1998).

### 3.7 INFLUÊNCIA DA DBO E DQO NOS EFLUENTES

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é o parâmetro mais usual de indicação da poluição por matéria orgânica e a sua determinação envolve a medida do oxigênio dissolvido (OD) utilizado pelos microrganismos na oxidação bioquímica da matéria orgânica. Essas reações de oxido-redução são catalisadas pela ação das enzimas presentes nas bactérias na amostra de água natural. É um parâmetro utilizado para determinação da quantidade de oxigênio que será necessária para oxidar a matéria orgânica presente na água. A degradação da matéria orgânica como folhas, animais mortos, fezes, presentes naturalmente nas águas pode levar a uma pequena concentração de matéria orgânica, já um aumento significativo de DBO é provocado por efluentes de origem predominantemente orgânica (FIORUCCI, 2005).

O principal efeito ecológico da poluição orgânica em um corpo hídrico é o decréscimo de oxigênio causando a morte ou extinção das espécies aeróbias como peixes e plantas aquáticas. As espécies aeróbias são fundamentais para manutenção do equilíbrio natural dos ecossistemas uma vez que liberam mais energia e se reproduzem mais rapidamente na presença do ar, estabilizando assim a matéria orgânica (MEDEIROS, 2009).

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) possibilita uma determinação mais rápida de oxigênio de uma amostra de água, pois representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica através de um agente químico, sendo um parâmetro utilizado no monitoramento de sistemas de tratamento de efluentes e na caracterização de efluentes industriais. A DQO está relacionada com a matéria orgânica total, não biodegradável e biodegradável. O teste de DQO é importante na medida da matéria orgânica em despejos que contenham substâncias

tóxicas à vida, inclusive às bactérias e outros microorganismos que oxidam a matéria orgânica biodegradável (FIORUCCI, 2005).

Aumentos de DQO decorrem principalmente de despejos de origem industrial, esse teste é importante na medida de matéria orgânica em efluentes que contenham substâncias tóxicas. Neste caso, valores de DBO baixos são encontrados mesmo na presença de grande quantidade de matéria orgânica, pois as substâncias tóxicas levam à morte os microorganismos que catalisam a decomposição aeróbica da matéria orgânica (FIORUCCI, 2005).

### 3.7.1 Atividades industriais com alta concentração de DBO

Um dos grandes problemas enfrentados pelas indústrias, nas mais diversificadas áreas, principalmente alimentícias é a grande quantidade de matéria orgânica nos efluentes brutos, dificultando o processo de tratamento tornando-se caro para as indústrias. A seguir podem-se citar alguns exemplos de indústrias que contem alta concentração de DBO.

Os frigoríficos, pelo fato de utilizarem muita água no processamento, geram grandes volumes de efluentes com alta carga orgânica, gorduras, fragmentos de carne e conseqüentemente altos valores de DBO, uma estimativa da carga orgânica de uma indústria de processamento de carnes, segundo fonte da CETESB (2008 b), é de 5 a 6 Kg de DBO/1000 Kg. De acordo com MARIA (2008) a quantidade de DBO em efluentes de frigoríficos pode variar de 800 a 32000 mg.dm<sup>-3</sup>.

Em laticínios, os efluentes apresentam alto teor de óleos e graxas, compostos orgânicos devido à presença de substâncias derivadas do leite, grande quantidade de matéria orgânica, a DBO pode variar em torno de 4000 mg.dm<sup>-3</sup> (CETESB, 2008c).

As cervejarias possuem vários processos de produção, todos com grandes quantidades de matéria orgânica, como por exemplo, o processo de prensagem de grãos gera uma DBO de 15000 mg.dm<sup>-3</sup>, prensagem do lúpulo 7340 mg.dm<sup>-3</sup>, filtragem da cerveja no fermento em torno de 60000 mg.dm<sup>-3</sup> (CETESB, 2008a).

### 3.7.2 Algumas formas de tratamento para subprodutos agroindustriais

Alguns estudos foram realizados para possíveis formas de tratamento de efluentes industriais e mais recentemente tem-se buscado alternativas para reutilização ou reaproveitamento desses subprodutos, o que se torna uma medida mais eficaz e mais correta do ponto de vista ambiental.

Para os efluentes gerados pelas indústrias que realizam beneficiamento de milho, vários estudos foram realizados na tentativa de reutilização da milhocina, como por exemplo, como nutriente para fermentação por bacilos, onde os açúcares e outros subprodutos servem de alimento, garantindo um bom rendimento do processo, diminuindo os custos de tratamento e reduzindo a quantidade de matéria orgânica no efluente final (AMARTEY & LEUNG, 2000).

A seguir citam-se outros autores e seus estudos realizados utilizando a milhocina em diferentes processos. Loss (2009) avaliou o desenvolvimento de cogumelos comestíveis a partir de resíduos oriundos da cadeia de milho como, sabugo e palha de milho e a milhocina em diferentes concentrações através de um processo fermentativo. Na caracterização do resíduo destacaram-se elevados valores de DBO, indicando a necessidade de um tratamento ou reaproveitamento. Os melhores resultados foram obtidos com 50 % de milhocina misturado a palhas de milho e sabugo, pois não apresentou contaminação e obteve-se maior rendimento no processo.

Já Machado et, al., (2009), utilizou diferentes resíduos agroindustriais inclusive a milhocina como substratos para produzir um fungo (*Lecanicillium lecanii*) que auxilia no controle de pragas nas lavouras, onde utilizaram diferentes substratos em varias concentrações, como água de cozimento de arroz, milhocina, melaço, leite de levedura da indústria de cana, avaliando a esporulação e a biomassa produzida. Nesse caso, o meio contendo 4 % de milhocina (m/v) produziu os fungos isolados, porém não obteve um rendimento alto.

Um processo bastante eficaz no tratamento de efluentes com grande concentração de matéria orgânica, segundo Szymanski (2008), é a utilização de sistema de biodigestão anaeróbica utilizado para tratamento de resíduos de cana de açúcar como a vinhaça, porque consome menos energia, produz menos lodo, que já é espessado, reduzindo os custos de tratamento, suportam altas taxas de DBO, o biogás produzido possui finalidades econômicas.

A milhocina foi utilizada juntamente com resíduo de refino de óleo vegetal na proporção de 2,5 %, como substrato de baixo custo para produção de biosurfactante por leveduras e através de planejamento fatorial foi demonstrado que a milhocina possui resultados positivos utilizados como fonte de nitrogênio para as leveduras (FONTES, et. al., 2008).

Foi realizado um pré-tratamento de melaço de cana de açúcar e milhocina para produção de carotenoides na proporção de 100 g/L de melaço e 4 a 8 % de milhocina (m/v). Os ensaios para bioprodução foram feitos em agitadores com controle de temperatura, para cada 100 mL do meio foi adicionado 10 % do inóculo em pH 4 e com ausência de luz, a maior produção de carotenoides obtida foi com a concentração de 8 % de milhocina e 100 g/L de melaço, em menores concentrações de milhocina a produção não apresentou resultados satisfatórios (VALDUGA, et. al., 2007).

Avaliou-se a composição de meios de cultura com soro de leite e água de maceração de milho para produção da enzima  $\beta$ -galactosidase empregada na hidrólise de lactose contribuindo para produção de alimentos com baixos teores de lactose, a enzima foi produzida por processo fermentativo obtendo-se resultados expressivos nas concentrações de 70 g/L de lactose, 100 g/L de água de maceração de milho (MANERA, et. al., 2011).

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

O efluente analisado foi obtido da indústria de beneficiamento de milho Cinderela, localizada no município de Cantagalo, PR, que no processamento do grão gera um resíduo conhecido como água de maceração de milho, milhocina. Esse efluente foi retirado do primeiro tanque de maceração de milho após 24 horas de submersão em água, sendo dessa maneira o mais concentrado e com maior quantidade de subprodutos.

As análises foram feitas seguindo as metodologias descritas em Normas Analíticas do Instituto Adolf Lutz (2008) e Standard Methods (1992), onde encontram-se descritas a seguir.

### 4.1 ANÁLISES FÍSICO QUÍMICAS

#### 4.1.1 Cálcio

A determinação de cálcio baseia-se na formação de um complexo de coloração vinho tinto dos íons  $\text{Ca}^{2+}$  com o indicador negro de eriocromo, adiciona-se EDTA até complexar todo o cálcio e a solução volta a coloração azul original indicando o final da titulação (MACÊDO, 2005).

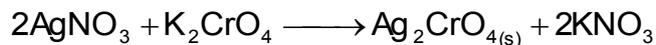
Para análise de cálcio utilizou-se a metodologia descrita em Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008). Para o cálculo pode-se utilizar a equação 1:

$$(1000 \times V \times 0,01 \times 40 \times F) \div A = \text{mg.dm}^{-3} \text{ de Ca} \quad (1)$$

Onde: V= volume de EDTA gasto na titulação; F= fator de correção do EDTA; A= número de mL da amostra;

#### 4.1.2 Cloretos

Em águas residuais, o teor de cloretos indica o grau de mineralização, ou indícios de poluentes, como esgotos domésticos e resíduos industriais o método baseia-se na precipitação do cromato de prata de coloração vermelha, em pH entre 6,0 a 7,5 indicando o ponto final da titulação, de acordo com as reações a seguir (MACÊDO, 2005).



Para análise de cloretos utilizou-se a metodologia descrita em Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008). O cálculo pode ser efetuado de acordo com a equação 2:

$$(1000 \times V \times 0,0282 \times 35,5 \times F) \div A = \text{mg.dm}^{-3} \text{ de Cl} \quad (2)$$

Onde: V= volume de nitrato de prata gasto na titulação; F= fator de correção do nitrato de prata; A= número de mL da amostra;

#### 4.1.3 Acidez

Representa o teor de dióxido de carbono livres de ácidos minerais e orgânicos, os quais por hidrólise produzem íons de hidrogênio para sua solução. A importância de determinação de acidez deve-se ao fato de que uma grande variação caracteriza o lançamento de efluentes industriais (MACÊDO, 2005).

Para realização de teor de acidez utilizou-se a metodologia descrita em Standard Methods (1992). Para o cálculo utiliza-se a equação 3:

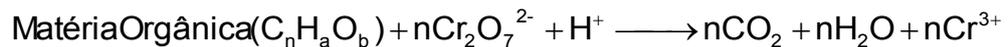
$$(100 \times V \times 0,02 \times 50 \times F) \div A = \text{mg.dm}^{-3} \text{ de CaCO}_3 \quad (3)$$

Onde: V= volume de NaOH gasto na titulação; F= fator de correção do NaOH; A= número de mL da amostra;

#### 4.1.4 DBO e BQO

A decomposição biológica da matéria orgânica envolve o consumo de oxigênio dissolvido presente na água, nos processos metabólicos de microrganismos aeróbios. A DBO<sub>5</sub> é um teste padrão em temperatura constante e período de incubação de 5 dias, onde mede-se o teor de oxigênio dissolvido antes e depois do período de incubação e faz-se a diferença destes, sendo um importante parâmetro para indicação de eficiência de estação de tratamento de efluentes (MACÊDO, 2005).

A DQO baseia-se no método de oxidação de compostos orgânicos pelo dicromato de potássio em meio ácido resultando em dióxido de carbono e água, é a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica através de um agente químico de acordo com a reação genérica a seguir (MACÊDO, 2005).



As análises de Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DQO), realizaram-se pelo Laboratório de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas de água e alimentos – LAQUA, que segue a metodologia descrita por Standard Methods, 1992.

#### 4.1.5 Óleos e graxas

Os óleos e graxas são separados por filtração após a acidificação da amostra, extraídos por solventes orgânicos apolares como hexano é aplicável a amostras de efluentes industriais e domésticos. Os compostos que se volatilizam abaixo de 100 °C não são determinados porque se perdem no processo analítico (MACÊDO, 2005).

Para realização de análises de óleos e graxas utilizou-se a metodologia descrita em Standard Methods (1992). O cálculo pode ser efetuado de acordo com a equação 4:

$$[(P_2 - P_1) \times 10^6] \div V = \text{mg.dm}^{-3} \text{ de O.G} \quad (4)$$

Onde: P2 = Peso do balão com óleo; P1 = Peso do balão tarado; V = Volume da amostra;

#### 4.1.6 Sólidos Totais

Os sólidos totais referem-se à matéria suspensa ou dissolvida em água, sendo o resíduo material seco, determinados pela verificação da massa do resíduo de uma amostra de água, após evaporação e secagem até peso constante (LUTZ, 2008).

Para análise de sólidos totais utilizou-se a metodologia descrita em Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008). O cálculo pode ser efetuado através de equação 5:

$$[(P_2 - P_1) \times 10^6] \div V = \text{mg.dm}^{-3} \text{ de Sólidos Totais} \quad (5)$$

Onde: P2 = Peso da cápsula seca com resíduo; P1 = Peso da cápsula tarada; V = Volume da amostra em mL;

#### 4.1.7 Açúcares redutores totais

Para análise de açúcares redutores totais utilizou-se dois métodos:

Método de Fehling A e B: a metodologia seguiu as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Método fenol-sulfúrico: determinam-se através desse método açúcares totais, que se baseia na determinação de açúcares simples, polissacarídeos e seus derivados incluindo ésteres com grupos redutores livres, após a desidratação dos mesmos pelo ácido sulfúrico e complexação dos produtos formados com fenol. A mudança na coloração para amarelo da solução mede-se na região do visível e é proporcional á quantidade de açúcares presente na amostra (ASSIS et al.,2003).

Para realização da análise utilizou-se solução de fenol a 5 %, ácido sulfúrico concentrado e solução padrão de glicose a 1 %. Para a curva padrão distribuiu-se

alíquotas contendo de 1 µg a 10 µg de glicose. Posteriormente completou-se o volume a 0,5 mL com água destilada e acrescentou-se 0,5 mL de solução de fenol a 5 %. Adicionou-se rapidamente 2,5 mL de ácido sulfúrico concentrado, agitou-se constantemente e deixou-se em repouso por 20 minutos. Após, realizou-se a leitura em espectrofotômetro de ultravioleta no comprimento de onda de 490 nm. Após obtenção da curva padrão, realizou-se a leitura da amostra diluída em 10:100 e calculou-se o teor de açúcares presente (ASSIS et. al., 2003).

## 4.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

### 4.2.1 Contagem de microrganismos aeróbios mesófilos

A contagem Total de Aeróbios Mesófilos em placas (Aerobic Plate Count) também denominados Contagem Padrão em Placas, é o método mais utilizado como indicador geral de populações bacterianas em alimentos. Este método não diferencia tipos de bactérias, sendo utilizadas para se obter informações gerais sobre a qualidade de produtos, práticas de manufatura, matérias-primas utilizadas, condições de processamento, manipulação e vida de prateleira. Não é um indicador de segurança, pois não está diretamente relacionado à presença de patógenos ou toxinas. Dependendo da situação, pode ser útil na avaliação da qualidade, porque uma elevada população de bactérias pode indicar deficiências na sanitização ou falha no controle do processo ou dos ingredientes. Os produtos fermentados, ao contrário, apresentam populações naturalmente elevadas de mesófilos, sem qualquer relação com a qualidade. A utilização da contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos como indicador de qualidade deve ser criteriosa. Por exemplo, aplicada a ingredientes, deve levar em conta a diluição e o efeito no produto final. Aplicada a alimentos desidratados, pode indicar se o controle da umidade está sendo corretamente aplicado ao processo de secagem (SILVA et. Al, 2010).

**Materiais:** placas de Petri; Ágar Padrão para Contagem (PCA); alça de Drigalski; estufa a 35° C;

**Procedimento:** mediu-se 25 mL da amostra e colocou-se em um frasco tipo Erlenmeyer com 225 mL da água peptonada para homogeneização (diluição 10<sup>-1</sup>);

mediu-se 1 mL dessa amostra e colocou-se um tubo de ensaio contendo 10 mL de água peptonada (esta é a diluição  $10^{-2}$ ); mediu-se 1 mL dessa nova amostra e colocou-se em outro tubo de ensaio contendo 10 mL de água peptonada (diluição  $10^{-3}$ ); espalhou-se 0,1 mL de cada diluição em placas de Petri contendo o meio de cultura autoclavado por 15 minutos em uma autoclave, para esterilização do meio.

#### 4.2.2. Contagem de bolores

Os bolores e leveduras constituem um grande grupo de microrganismos, a maioria originária do solo ou do ar. Os bolores são extremamente versáteis, a maioria das espécies capaz de assimilar qualquer fonte de carbono derivada de alimentos. A maioria também é indiferente com relação às fontes de nitrogênio, podendo utilizar o nitrato, os íons de amônia e o nitrogênio orgânico. Entretanto, se for necessário utilizar proteínas ou aminoácidos como fonte de nitrogênio ou de carbono, várias espécies vão apresentar um crescimento limitado. Os bolores e leveduras são também bastante resistentes às condições adversas, como pH ácido e atividade de água baixa. Com relação ao pH, os fungos são muito pouco afetados pela variação na faixa de 3,0 a 8,0. Vários bolores crescem abaixo de 2,0 e diversas leveduras abaixo de 1,5. A temperatura ótima de crescimento da maioria dos fungos encontra-se na faixa de 25 a 28 °C, não crescendo bem nas temperaturas mesófilas (35-37 °C) e raramente nas temperaturas de bactérias termotolerantes (45 °C). Seu crescimento não é incomum sob condições de refrigeração (5 °C), porém, abaixo de 10 °C negativos os alimentos podem ser considerados microbiologicamente estáveis (SILVA et. Al, 2010).

**Materiais:** Ágar Rosa de Bengala; placas de Petri; alça de Drigalski; estufa a 25 °C;

**Procedimento:** mediu-se 25 mL da amostra e colocou-se em um frasco tipo Erlenmeyer com 225 mL da água peptonada para homogeneização (diluição  $10^{-1}$ ); mediu-se 1 mL dessa amostra e colocou-se um tubo de ensaio contendo 10 mL de água peptonada (esta é a diluição  $10^{-2}$ ); mediu-se 1 mL dessa nova amostra e colocou-se em outro tubo de ensaio contendo 10 mL de água peptonada (diluição  $10^{-3}$ ); espalhou-se 0,1 mL de cada diluição em placas de Petri contendo o meio de cultura previamente autoclavado em uma autoclave por 15 minutos.

#### 4.3 ANÁLISES DE ESPECTROSCOPIA DE ULTRAVOLETA

A amostra do efluente foi filtrada em membrana de corte de 0,45  $\mu\text{m}$  e preparou-se as diluições em 1:10 e 1:100 e efetuou-se a uma varredura das amostras em comprimentos de onda de 200 a 700 nm variando em um intervalo de 20 comprimentos de onda. Os valores de absorbância foram anotados e posteriormente construiu-se um gráfico para expressão dos valores.

#### 4.4 ANÁLISES CROMATOGRÁFIA LÍQUIDA DE ALTA EFICIÊNCIA (CLAE)

Amostras do resíduo foram submetidas a uma análise em um cromatógrafo Varian modelo HPLC 920, equipado com coluna Varian PL HI-PLEX Ca 8  $\mu\text{m}$  (300 x 7,7 mm), acoplado a um detector de arranjo de diodos, sendo um canal fixo em comprimento de onda de 210 nm. A temperatura de coluna foi de 60 °C, eluente água ultrapura a um fluxo de 1,0 mL.min<sup>-1</sup> e volume de amostra injetado de 5  $\mu\text{m}^3$ . Antes de se efetuar as leituras as amostras foram filtradas em membrana de corte de 0,45  $\mu\text{m}$ .

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE BRUTO

Após realização de análises físico-químicas e microbiológicas no efluente, pode-se caracterizá-lo de acordo com os resultados obtidos experimentalmente. As amostras do efluente bruto foram diluídas em 1:10.

#### 5.1.1 Caracterização físico-química e microbiológica

Na tabela 2 encontram-se os parâmetros avaliados na caracterização do efluente.

**Tabela 2:** Resultados das análises realizadas no efluente bruto.

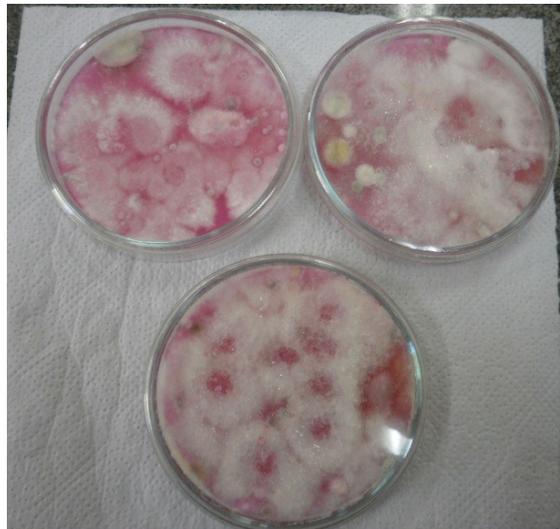
Parâmetros FQ		Valor encontrado		
Acidez	(mgCaCO <sub>3</sub> .dm <sup>-3</sup> )	1284,36		
Cálcio	(mg.dm <sup>-3</sup> Ca)	984		
Cloretos	(mgCl.dm <sup>-3</sup> )	79,9		
DBO <sub>5</sub>	(mg O <sub>2</sub> .dm <sup>-3</sup> )	1812		
DQO	(mg O <sub>2</sub> .dm <sup>-3</sup> )	3670		
Óleos e graxas	(mg O.G.dm <sup>-3</sup> )	1,2205		
pH		3,70		
Sólidos totais	(mg.dm <sup>-3</sup> )	10,58		
Açúcares (fenol-sulfúrico)	(mg.dm <sup>-3</sup> )	8,9		
Açúcares redutores (Fehling)		Não detectado		
Parâmetros Mb		Diluição: 10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>
Aeróbios mesófilos	(UFC/g)	9	13	15
Bolores	(UFC/g)	36	40	42

Analisando os teores encontrados para análises físico-químicas e microbiológicas, podem-se classificar como sendo a matéria orgânica DBO e a DQO os maiores problemas em realização do tratamento desse resíduo, pois os valores encontrados para cada um são elevados, ao se comparar com os padrões estabelecidos pelo CONAMA. Nesse caso a indústria tem problemas para realização

do tratamento tornando-se um processo caro, o ideal seria uma reutilização desse resíduo como fonte de nutriente em outros processos ou até mesmo um sistema de digestão anaeróbia produzindo biogás.

Nos efluentes industriais valores elevados de DBO podem indicar perda de matéria-prima ou produtos nas atividades e nos processos de produção, dificultando o processo de tratamento, mas devido a crescente prática de reuso dos subprodutos industriais há expectativas de que futuramente os efluentes serão encaminhados para sistemas de tratamento em menores volumes, porém em concentrações maiores de matéria orgânica e inorgânica (SANTANA, 2010).

A figura 2 representa os resultados realizados para as análises de bolores em placas.



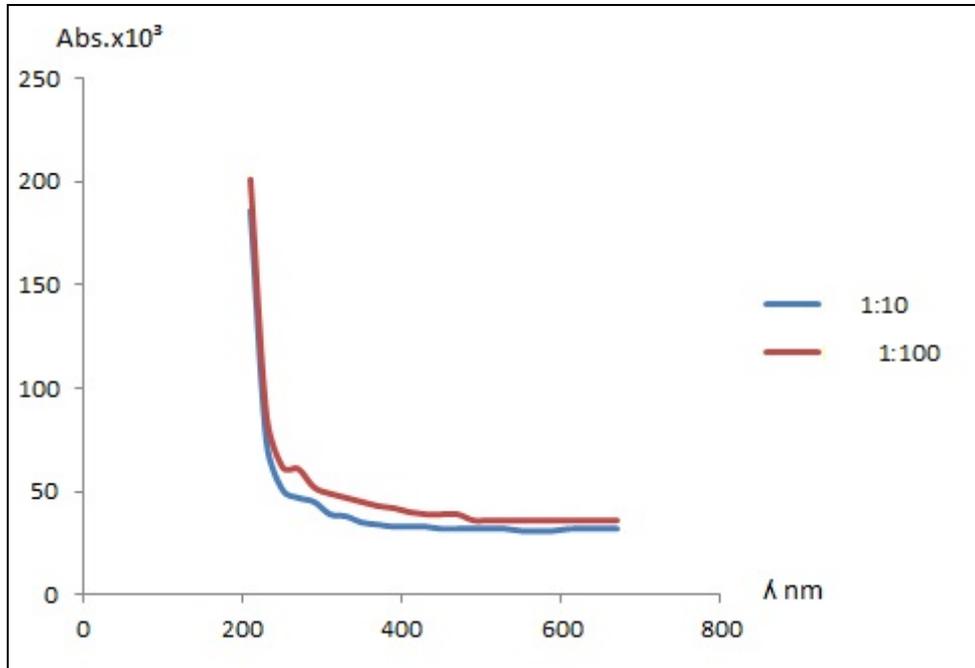
**Figura 2:** Contagem de bolores da amostra de efluente.

Os bolores podem ter origem no armazenamento do milho, onde eles atacam o grão, indicando a deterioração e causando danos no germe, descoloração, perda de matéria seca. É bastante comum grande presença do gênero *Aspergillus* sp. em torno de 95 % das sementes de milho possuem esse fungo e também seus subprodutos (MARCIA, 1998).

#### 5.1.2 Análise obtida em espectro de ultravioleta

Na realização da varredura em espectrofotômetro de ultravioleta pode-se observar o gráfico representado pela figura 3, onde o pico da série em vermelho

(diluição 1:100) ocorreu na região de 250 comprimentos de onda, com absorvância de  $61 \times 10^3$ , sendo considerado para análise de identificação de possíveis compostos presentes nesta região.



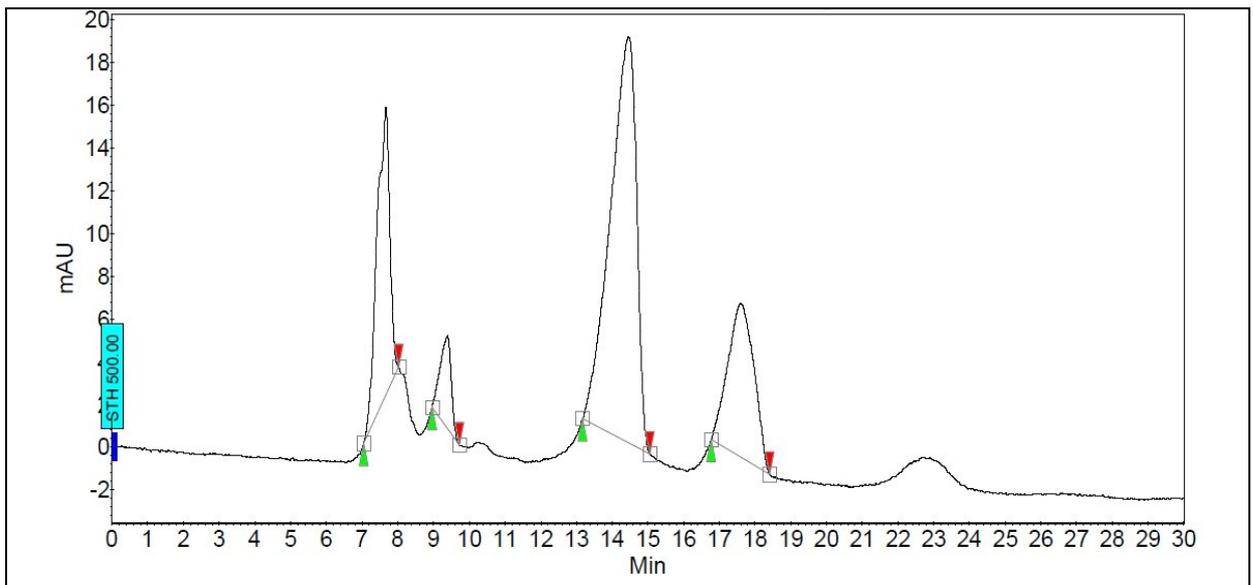
**Figura 3:** Espectro de UV da amostra na faixa de 200-700 nm.

Analisando o espectro encontrado através da varredura e comparando com a literatura, observa-se pela intensidade dos picos e a faixa de comprimentos de onda em que se encontra que são característicos de compostos que apresentam a função carbonila ( $\text{RCOOH}$ ) com uma transição  $n \rightarrow \pi^*$  na região próxima a 200 nm em comprimentos de onda, podendo ter também a presença de ácidos orgânicos nessa mesma região (PAVIA et al., 2010).

Iniciou-se a varredura da amostra em 200 nm, porque o espectro de UV não realiza a leitura abaixo deste comprimento de onda e após análise dos resultados observou-se que esta faixa de absorção poderia indicar a presença de ácidos carboxílicos, sendo necessário utilizar um equipamento que possibilitasse uma análise mais precisa nesta região. Realizou-se então, análise em cromatografia líquida de alta eficiência.

### 5.1.3 Resultados de análises em CLAE

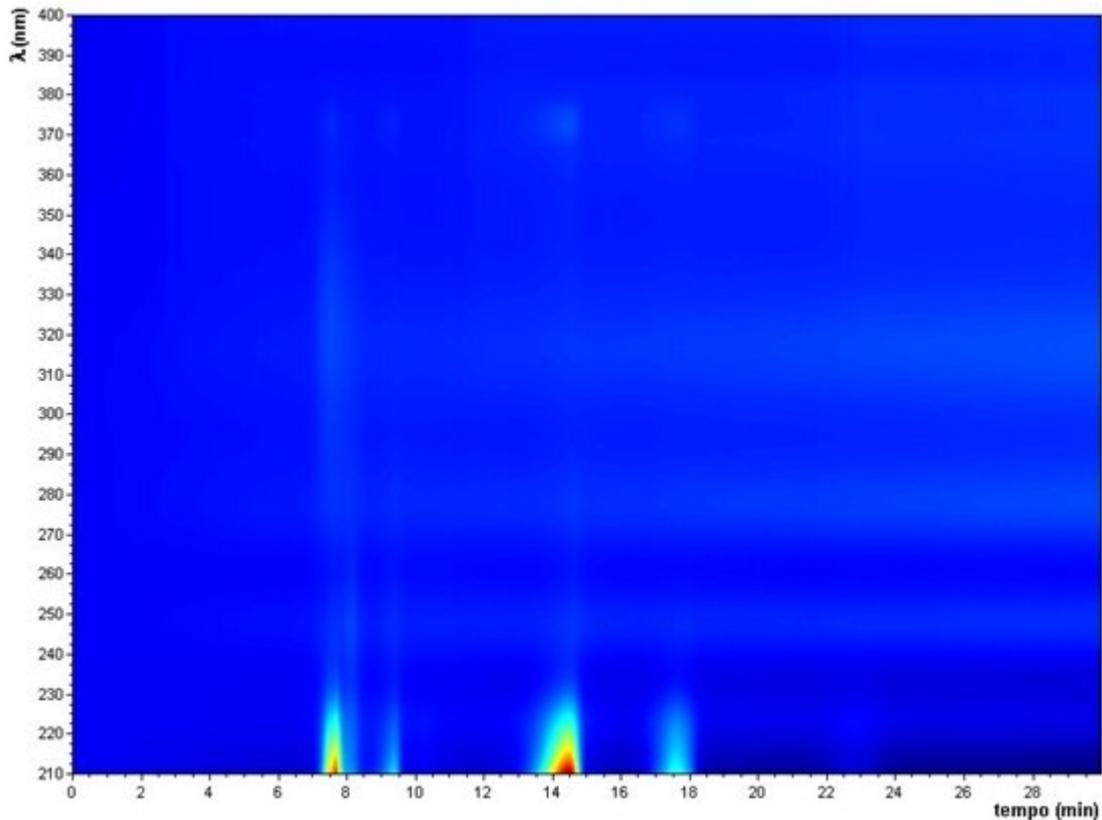
Realizaram-se análises de cromatografia líquida de alta eficiência com o objetivo de verificar indícios da possível presença de ácidos carboxílicos na amostra de efluente e o cromatograma que apresentou melhor definição encontra-se representado na figura 4.



**Figura 4:** Cromatograma para teste qualitativo de ácidos carboxílicos.

De acordo com PAVIA, et al, (2010), o grupo de átomos carbonílicos produzem absorção na região de 210 nm, onde moléculas insaturadas contendo oxigênio e hidrogênio sofrem transições  $n \rightarrow \pi^*$ .

A amostra foi injetada pura no equipamento para detecção de ácidos carboxílicos que absorvem na região aproximada de 210 nm, com forte intensidade como se pode observar na figura, em que o maior pico é o terceiro o que caracteriza um composto de maior quantidade na amostra. O equipamento realizou também cálculos da área do pico, sendo que este de maior intensidade representa uma área de 55 % da área total. A figura 5 está representando o espectro de absorção na região do ultravioleta para o cromatograma da amostra injetada, correspondente a figura 3.



**Figura 5:** Absorção na região do ultravioleta do cromatograma da figura 3.

No espectro de ultravioleta pode-se observar uma absorção forte na região correspondente a 210 nm, indicado pela coloração vermelha, onde se encontra o máximo de absorção. Comparando com o cromatograma da figura 3, afirma-se que o tamanho do pico está diretamente relacionado com a área, quanto maior a área maior será a intensidade do pico. A presença de ácidos carboxílicos na amostra provem de um provável processo fermentativo natural que ocorre, onde os açúcares totais são consumidos pelos microrganismos transformando-o em subprodutos, a amostra apresentava um odor forte e ácido, o que também caracterizou a presença destes ácidos.

Após realização de análises de caracterização do efluente da indústria de beneficiamento de milho, verificou-se que este necessitava de um tratamento, pois não estava de acordo com os padrões de lançamentos estabelecidos pelo CONAMA. Uma possível forma de tratamento para este subproduto pode ser como nutriente ou suplemento em processos biotecnológicos.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após analisar e caracterizar o efluente gerado pela indústria de beneficiamento de milho pode-se verificar que há grande quantidade de matéria orgânica presente, dificultando o processo de tratamento, pois para lançamento em corpo hídrico há padrões estabelecidos por órgãos competentes, os quais não devem ser ultrapassados para não prejudicar o ecossistema aquático. O ideal seria reutilizar esse resíduo como fonte de nutriente ou substrato para outros tipos de indústria, como por exemplo, complemento para rações animais, desenvolvimento de processos fermentativos como fonte de nutriente para microrganismos, pois utilizar tecnologia para tratamento não se torna viável, devido as empresas na grande maioria serem de pequeno e médio porte, encarecendo demais o processo.

As indústrias estão em busca constante de produção mais limpa a fim de diminuir os impactos ambientais gerados nos processos de produção nos mais variados setores, o grande desafio está em obter uma forma economicamente viável para reutilização de subprodutos de origem industrial. Às vezes a alternativa encontrada torna-se um processo caro, o que não atrai empresas, mesmo que seja a maneira mais correta de tratar de um resíduo.

Após realização da caracterização do resíduo verificou-se que estava ácido e como a quantidade de açúcares encontrada foi pequena, pode-se dizer que ocorria um processo fermentativo na amostra pelos microrganismos presente no processo. O resíduo apresentava odor característico de um produto em fase de fermentação e com a realização de análises de cromatografia líquida, comprovou-se a presença de ácidos carboxílicos. A milhocina pode ser caracterizada como um subproduto, pois possui potencial de reuso podendo ser matéria-prima para outras indústrias. O presente trabalho pode ter continuidade, uma vez realizada a etapa de caracterização química, pode-se desenvolver outra pesquisa com o objetivo de aplicação da milhocina em processos biotecnológicos como uma forma de tratamento e reutilização.

## REFERÊNCIAS

- ABIMILHO. **Associação Brasileira das Indústrias de Milho**. 2011. Disponível em: <<http://www.abimilho.com.br>>. Acessado em abril de 2011.
- AMARTEY A. LEUNG J. **Corn steep liquor as a source of nutrients for ethanologic fermentation by *Bacillus stearothermophilus* t-13**. Bulletin of the Chemists and Technologists. Vol. 19. Londres, 2000. Disponível em: <[http://www.mjce.org.mk/PDF/19\\_1\\_164.pdf](http://www.mjce.org.mk/PDF/19_1_164.pdf)> Acesso em novembro de 2011.
- ASSIS, E.M. et al., **Comparação de métodos para determinação de açúcares redutores e totais em mel**. Ciência e tecnologia de alimentos. Campinas, SP, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v23n3/18834.pdf>> Acesso em: agosto 2011.
- BRASIL. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. NBR 10004/2004 de 31/05/2004. 71 p. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.aslaa.com.br/legislacoes/NBR%20n%2010004-2004.pdf>> Acesso em outubro de 2011.
- BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução N° 375 da CONAMA de 29 de agosto de 2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res37506.pdf>> Acesso em outubro de 2011.
- BRASIL. **Ministério do trabalho, NR 25**. Portaria N° 227 de 24 de maio de 2011. Sindicato da indústria de milho e soja do estado de São Paulo, SP. Disponível em: <[http://www.fiesp.com.br/sindicato/sindindmilhosoja\\_08/downloads/circulares/2011/circular%20sindmilhosoja%2028-%2011.pdf](http://www.fiesp.com.br/sindicato/sindindmilhosoja_08/downloads/circulares/2011/circular%20sindmilhosoja%2028-%2011.pdf)> Acesso em outubro de 2011.
- CETESB (a). **Cervejarias e refrigerantes – serie P + L**. Governo do estado de São Paulo, SP, 2008. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producao\\_limpa/documentos/cervejas\\_refrigerantes.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/Tecnologia/producao_limpa/documentos/cervejas_refrigerantes.pdf)> Acesso em novembro de 2011.
- CETESB (b). **Guia técnico ambiental de frigoríficos bovino e suíno – serie P + L**. Governo do estado de São Paulo, SP, 2008. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/producao\\_limpa/documentos/frigorifico.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/producao_limpa/documentos/frigorifico.pdf)> Acesso em outubro de 2011.
- CETESB (c). **Guia Técnico ambiental de produtos lácteos – serie P + L**. Governo do estado de São Paulo, SP, 2008. Disponível em: <[http://www.fiesp.com.br/ambiente/produtos\\_servicos/downloads/p+l\\_laticinio.pdf](http://www.fiesp.com.br/ambiente/produtos_servicos/downloads/p+l_laticinio.pdf)> Acesso em outubro de 2011.
- EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias**. 2010. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho\\_2ed/mercado.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_2ed/mercado.htm)> Acesso em outubro de 2011.
- FIORUCCI R. A. FILHO E. B. **A importância do Oxigênio Dissolvido em Ecossistemas Aquáticos**. Revista Química Nova na Escola. N°22 novembro de 2005. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a02.pdf>>. Acesso em outubro de 2011.
- FONTES G. C, et al. **Produção de biosurfactante por levedura**. Química Nova Vol. 31, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v31n8/33.pdf>> Acesso em novembro de 2011.
- LANGANKE, R. **Conservação para ensino médio**. Disponível em: <[http://eco.ib.usp.br/lepac/conservacao/ensino/lixo\\_residuos.htm](http://eco.ib.usp.br/lepac/conservacao/ensino/lixo_residuos.htm)>. Acesso em 20/11/2011.
- LIGGETT W. R. KOFFLER H. **Corn steep liquor in microbiology**. Universidade Lafayet. Vol. 12. U.S.A. 1998. Disponível em:

<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC180696/pdf/bactrev00003-0030.pdf>> Acesso em outubro de 2011.

LOSS, Edenes M. **Aproveitamento de resíduos da cadeia produtiva do milho para cultivo de cogumelos comestíveis**. 2009. 65 f. Tese (Mestrado em ciência e tecnologia de alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, PR, 2009. Disponível em:

<[http://www.bicen-tede.uepg.br/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=373](http://www.bicen-tede.uepg.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=373)> Acesso em maio de 2011.

LUTZ. I. A. **Normas analíticas do instituto Adolfo Lutz**. vol. 1: métodos químicos e físicos de análise de alimentos. 4ª ed. São Paulo, 2008.

MACÊDO J. A. B. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. 3ª Ed. Editado por CRQ-MG. Belo Horizonte, MG, 2005.

MACHADO R. et. al., **Resíduos e subprodutos agroindustriais como substrato para produção de fungo entomopatogênico *Lecanicillium Lecanii***. Gragantia revista de ciências agrônômicas Vol. 68, 2009. Disponível em:

<<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=90811757018>> Acesso em outubro de 2011.

MANERA A. P et. al. **Utilização de resíduos agroindustriais em processo biotecnológico para produção de  $\beta$ -galactosidase de *kluveromyces marxianus CCT 7082***. Departamento de Engenharia de Alimentos. Vol. 33. Rio Grande do Sul, 2011. Disponível em:

<<http://eduemojs.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/view/9919/9919>> Acesso em novembro de 2011.

MARCIA, B. A. **Monitoramento de fungos em milho em grão**. Ciência a tecnologia de alimentos. Vol 18. Campinas, SP, 1998. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s0101-20611998000400001](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0101-20611998000400001)>. Acesso em novembro de 2011.

MARIA R. R. **Avaliação da eficácia no tratamento de efluentes líquidos em frigoríficos**. Foz do Iguaçu, PR, 2008. Disponível em:

<<http://www.udc.edu.br/monografia/monoamb01.pdf>>. Acesso em outubro de 2011.

MEDEIROS C. A. M. **Caracterização das águas residuárias**. CETESB, São Paulo, SP, 2009. Disponível em:

<<http://www.ceset.unicamp.br/~mariaacm/ST405/Apostila%20te%F3rica%20ST405.pdf>>. Acesso em outubro de 2011.

MENEGUETTI C. C, DOMINGUES J. L. **Características nutricionais e uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos**. Revista eletrônica Nutritime, Vol. 5, N° 2, p. 512-536, março/abril 2008. Disponível em:

<[http://www.nutritime.com.br/arquivos\\_internos/artigos/052V5N2P512\\_536\\_MAR2008.pdf](http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/052V5N2P512_536_MAR2008.pdf)>. Acesso em novembro de 2011.

NASCIMENTO et al., **Curso de formação continuada ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Química e meio ambiente**. Secretaria de Estado de Educação, 2005. Disponível em:

<[http://ccmn.ufrj.br/cursos/trabalhos/pdf/quimica-trabalhos/quimica\\_meioambiente/quimicaeamb2.pdf](http://ccmn.ufrj.br/cursos/trabalhos/pdf/quimica-trabalhos/quimica_meioambiente/quimicaeamb2.pdf)> Acesso em outubro de 2011.

PAVIA D. L et al., **Introdução a espectroscopia**. Tradução da 4ª ed. Americana. Editora Learning. São Paulo, SP, 2010.

PELIZER, H.L; PONTIERI, M. MORAES, I. **Utilização de resíduos agroindustriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental**. Journal of Tecnology Management e Inovation 2007, Vol. 2 São Paulo, SP. Disponível em:

<<http://jotmi.org/index.php/GT/article/view/art41/395>> Acesso em outubro de 2011.

SANTANA J. L. G. **Tratamento biológico de efluentes: fundamentos a aplicações.** Editora Interciência. Rio de Janeiro, 2010.

SANTOS, D.T; SARROUH, F.B; et. al. **Potencialidades e aplicações da fermentação semissólida em biotecnologia.** Publicado em: Revista Janus, Lorena, ano 3, nº 4, São Paulo, SP 2006. Disponível em: <<http://www.publicacoes.fatea.br/index.php/janus/article/view/44/47>>. Acessado em maio de 2011.

SILVA, et al. **Manual de métodos de análises microbiológicas de água e alimentos.** Ed. Varela 4ª ed. São Paulo, SP, 2010.

SZYMANSKI, M. S. **Utilização de sistema de biodigestão anaeróbia para a vinhaça: uma revisão sobre os potenciais energéticos e créditos de carbono.** Irati, PR, 2008. Disponível em: <[http://www.unicentro.br/graduacao/deamb/semana\\_estudos/pdf\\_08/UTILIZA%C7%C3O%20DO%20SISTEMA%20DE%20BIODIGEST%C3O%20ANAER%D3BIA.pdf](http://www.unicentro.br/graduacao/deamb/semana_estudos/pdf_08/UTILIZA%C7%C3O%20DO%20SISTEMA%20DE%20BIODIGEST%C3O%20ANAER%D3BIA.pdf)> Acesso em novembro de 2011.

VALDUGA E. et. al. **Pré-tratamento de melaço de cana de açúcar e água de maceração de milho para a produção de carotenoides.** Química Nova. Vol. 30 N° 8, p. 1860-1866, Rio Grande do Sul, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v30n8/a12v30n8.pdf>> Acesso em novembro de 2011.