

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE GRADUAÇÃO E EDUCAÇÃO PROFISSIONAL
COORDENAÇÃO DO CURSO DE TECNOLOGIA EM PROCESSOS QUÍMICOS

SABRINA EHRENBRIENK

**EFEITO DA CONCENTRAÇÃO DA LEVEDURA
SACCHAROMYCES CEREVISIAE NO ENRIQUECIMENTO PROTEICO
DO BAGAÇO DE MALTE POR FERMENTAÇÃO EM ESTADO
SÓLIDO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TOLEDO
2016

SABRINA EHRENBRIENK

**EFEITO DA CONCENTRAÇÃO DA LEVEDURA
SACCHAROMYCES CEREVISIAE NO ENRIQUECIMENTO PROTEICO
DO BAGAÇO DE MALTE POR FERMENTAÇÃO EM ESTADO
SÓLIDO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos – COPEQ – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR *Câmpus* Toledo, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Processos Químicos.

Orientadora: Prof^a Dr^a. Gracinda Marina Castelo da Silva.

TOLEDO
2016

**TERMO DE APROVAÇÃO
DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

SABRINA EHRENBRIENK

**EFEITO DA CONCENTRAÇÃO DA LEVEDURA
SACCHAROMYCES CEREVISIAE NO ENRIQUECIMENTO PROTEICO
DO BAGAÇO DE MALTE POR FERMENTAÇÃO EM ESTADO
SÓLIDO**

Trabalho apresentado como forma de avaliação para o Trabalho de Conclusão de Curso do curso de Tecnologia em Processos Químicos da UTFPR, *Câmpus Toledo*, e aprovado pela banca examinadora abaixo*

Profa. Dra. Gracinda Marina Castelo da Silva
ORIENTADORA / UTFPR *câmpus Toledo*

Prof Dr Clayton Antunes Martin
AVALIADOR / UTFPR *câmpus Toledo*

Prof Dra Tatiana Shioji Tiومان
AVALIADORA / UTFPR *câmpus Toledo*

Toledo, Junho de 2016.

*A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

RESUMO

EHRENBRIENK, Sabrina. **Efeito da concentração da levedura *Saccharomyces cerevisiae* no enriquecimento proteico do bagaço de malte por fermentação em estado sólido**. 2016. 39f. Trabalho de conclusão de curso (Curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos) – Universidade Tecnologia Federal do Paraná, Toledo, 2016.

As indústrias estão sempre em busca de novas alternativas para a reutilização de subprodutos. O bagaço de malte, proveniente da indústria cervejeira é um exemplo. É gerado em grandes quantidades e possui características nutricionais para ser considerado na complementação alimentar. Apesar de já haver aplicações na alimentação animal, o bagaço de malte *in natura* pode ter sua composição nutricional elevada, obtendo assim um produto de melhor qualidade. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos no teor de proteína bruta pela adição do fermento contendo *Saccharomyces cerevisiae*, utilizando processo de fermentação em estado sólido tendo o bagaço de malte como substrato, como biorreator fez-se o uso de erlenmeyer. Para o preparo da amostra foram pesadas duas porções de 500,0 g de substrato e adicionados 50,0 g e 75,0 g de fermento em cada, as misturas foram homogeneizadas, obtendo dois preparos com 10% e 15% de fermento, respectivamente. Após, foram adicionadas quantidades de 50 g e 80 g da mistura bagaço/fermento aos erlenmeyer, em triplicatas. A adição de 15% de levedura utilizando 80 g de substrato alcançou o teor de proteína bruta em 45,40% após 48 horas de fermentação. Para o experimento contendo 10% de leveduras obteve-se o teor de 40,03% de proteína bruta utilizando 80 g de substrato ao tempo de 48 horas. O bagaço de malte *in natura* apresentou teor de proteínas bruta de 24,77% em base seca. Considerando que as amostras estiveram em processo de fermentação com temperatura de 30°C ocorreu simultaneamente a secagem do material. Ao final do estudo verificou-se que as amostras contendo menor quantidade de substrato (50g) apresentaram uma maior diminuição do teor de umidade em relação as amostras com 80 g de substrato. O bagaço de malte enriquecido proteicamente possui potencial de aplicação como suplemento alimentar.

Palavras chave: Resíduo úmido de cervejaria; levedura; resíduos industriais;

ABSTRACT

EHRENBRIENK, Sabrina. **Effect of the yeast concentration *Saccharomyces cerevisiae* in the protein enrichment of brewers' spent grain by solid-state fermentation.** 2016. 39f. Trabalho de conclusão de curso (Curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos) – Universidade Tecnologia Federal do Paraná, Toledo, 2016.

Nowadays, corporations are always looking for new alternative use for side-products from industries. A good example is brewers' spent grains, which are produced in large quantities and has nutritional quality to be used as cattle feed. Although it is already used in nature, its nutritional value could be enhanced, creating better quality cattle feed. The main article objective was to evaluate the effects in protein enrichment after the solid-state fermentation using *Saccharomyces cerevisiae* at 10% and 15% in concentration with brewers' spent grain as substrate (amounts of 50 g and 80 g). The usage of 15% yeast using 80 grams of malt bagasse achieve an amount of 45.40% of crude protein after 48 hours of fermentation. For 10% of yeast, the amount was of 40.03% also using 80 grams. The brewers' spent grain crude protein in dry matter was 24.77% for the in nature product. Considering that the experiment occurred at 30°C temperature, the sample drying occurred during the fermentation. It was found that the smaller samples had a bigger decrease in the humidity percentage if compared to the bigger samples. The brewers' spent grain has great potential as nutritional supplement. For that, should be considered which are the use purpose for the enriched products as well as its nutritional characteristics, adapting the fermentation process. Depending on which nutritional values the product need, it could be controlled with the amount of yeast, substrate (brewers' spent grain) and fermentation time.

Key words: Brewers' spent grain; yeast; industrial residue.

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIATURAS

Bs	Base seca
CZ	Cinzas (%)
EE	Extrato Étereo
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ETA	Estação de tratamento de água
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
Fc	Fator de correção do ácido
FB	Fibra Bruta
FES	Fermentação em estado sólido
hL	Hectolitro
LI	Lipídeos (%)
Ma	Massa da amostra
Mf	Massa final (g)
Mi	Massa inicial (g)
MM	Matéria Mineral
MS	Matéria seca
Múmida	Massa de água presente na amostra (g)
Mseca	Massa seca obtida em estufa (g)
N	Número de gramas de umidade, lipídeos e cinzas (g)
Na	Normalidade do ácido
P	Número de gramas da amostra inicial (g)
PB	Proteína Bruta
RPM	Rotações por minuto
RUC	Resíduo úmido de cervejaria
U	Umidade (%)
V	Volume

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Composição do bagaço do malte por diferentes autores.....	15
TABELA 2 - Composição química da levedura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> desidratada.....	16
TABELA 3 - Caracterização nutricional do bagaço de malte <i>in natura</i>	25
TABELA 4 - Resultados do teor de proteína bruta (PB) e umidade (U) durante a fermentação em estado sólido do bagaço de malte com 50g e 80 g e 10% e 15% de inóculo em base seca (b.s.)	27

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Fluxograma com as principais fases do processo de obtenção de cerveja.....	13
FIGURA 2 - Fluxograma de preparo do cultivo.....	20
FIGURA 3 - Comportamento do teor de proteína bruta em relação ao tempo.....	28
FIGURA 4 - Comportamento do teor de umidade em relação ao tempo.....	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 OBJETIVOS	10
1.1.1 Objetivo geral	10
1.1.2 Objetivos específicos.....	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 PRODUÇÃO DE CERVEJA	12
2.2 BAGAÇO DE MALTE	13
2.3 LEVEDURA - <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	16
2.4 FERMENTAÇÃO EM ESTADO SÓLIDO (FES)	17
3 MÉTODOS	19
3.3 METODOLOGIA EXPERIMENTAL	19
3.3.1 Substrato	19
3.3.2 Inóculo	19
3.3.3 Cultivo	20
3.3.4.1 Teor de umidade	21
3.3.4.2 Lipídios totais	21
3.3.4.3 Matéria mineral.....	22
3.3.4.4 Proteína bruta.....	22
3.3.4.5 Carboidratos	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	24
4.1 CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL DO BAGAÇO DE MALTE <i>IN NATURA</i> ...	24
4.2 ENRIQUECIMENTO PROTEICO	25
4.3 COMPARAÇÃO DO TEOR DE PROTEÍNA E UMIDADE OBTIDOS	28
5 POSSÍVEIS APLICAÇÕES DO BAGAÇO DE MALTE ENRIQUECIDO	31
6 CONCLUSÃO.....	32
7 SUGESTOES PARA CONTINUIDADE DO ESTUDO	33
8 REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

Em processos produtivos industriais há uma grande geração de resíduos, o que implica na necessidade de tratamento dos mesmos antes de serem descartados na natureza impactando em perdas econômicas no processo. A fim de reduzir estes problemas uma maneira simples e lucrativa é reutilizar estes resíduos na obtenção de novos produtos podendo então denominá-los subprodutos (PELIZER, 2007; MELO, 2010).

Dentre estes resíduos há vários que podem ser utilizados como ração na alimentação de animais podendo citar o milho, farelo de soja, farelo de algodão, bagaço de cana, bagaço de malte, entre outros, devido as características nutricionais que os mesmos possuem (HUGO, 2005; SOUZA, 2010).

As exigências nutricionais para cada animal variam de acordo com o sexo, estrutura corporal, taxa de ganho de peso esperada e assim, deve-se avaliar qual a proporção adequada de utilização de qualquer resíduo agroindustrial, sabendo que para alguns alimentos há um limite de utilização (EMBRAPA 1996).

Durante o processo de produção da cerveja são gerados muitos resíduos como: os grãos utilizados, o bagaço de malte após a mosturação e filtração, o trub grosso e o trub fino, o excesso de levedura ao final da fermentação, os resíduos provenientes do envase como vidros quebrados, ou rótulos de etiquetas de garrafas retornáveis, a terra diatomácea, utilizada na clarificação e o lodo gerado na estação de tratamento de água (ETA) e estação de tratamento de esgoto (ETE) (SANTOS; RIBEIRO, 2005).

O bagaço de malte é resultante do processo inicial da produção de cerveja. O mosto obtido após a moagem do malte com adjuntos, é fervido e filtrado, gerando assim este subproduto, que para a indústria de cervejas é apenas um resíduo, porém, devido as suas características nutricionais, tem grande potencial para a alimentação animal (AQUARONE, 2001).

Apesar de mais conhecido e utilizado na alimentação de ruminantes, o bagaço de malte não está restrito apenas a estes animais. Pelo seu alto teor proteico, de fibras e energia, há estudos utilizando este subproduto na alimentação de peixes e inclusive na alimentação humana (KAUR; SAXENA, 2004).

Possui disponibilidade durante todo ano, de acordo com a produção das indústrias, o bagaço de malte apresenta um elevado teor de umidade (~80%) e considerável teor proteico. Porém a umidade pode dificultar processos de transporte e armazenamento do mesmo (SOUZA, 2010).

A realização de processo fermentativo utilizando o bagaço de malte como substrato pode melhorar os fatores umidade e teor proteico. Aumentando o percentual de proteínas e conseqüentemente pelo processo de fermentação, diminuir o percentual de umidade.

Há vários estudos relacionados ao enriquecimento proteico utilizando casca de frutas (OLIVEIRA, 2007), plantas como o mandacaru (ARAUJO et al., 2007), ou bagaço de cana (SANTOS, 2012) para serem utilizados como ração animal. Em relação ao bagaço de malte, há estudos em relação a cinética de secagem (KLAGENBOECH, 2012) e a utilização na alimentação animal (CABRAL, 1999). Porém, de acordo com a revisão bibliográfica realizada, não há estudos relacionados ao enriquecimento deste subproduto utilizando *Saccharomyces cerevisiae*, objetivando assim a necessidade deste trabalho.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Realizar enriquecimento proteico do bagaço de malte (substrato) por processo de fermentação em estado sólido, com uso de fermento contendo a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, em diferentes concentrações em relação ao substrato. O estudo busca avaliar os efeitos no teor de proteínas de acordo com as concentrações de fermento utilizadas.

1.1.2 Objetivos específicos

- Obtenção e caracterização das amostras de bagaço de malte *in natura*;
- Realizar processo fermentativo utilizando concentrações de 10% e 15% do fermento em relação ao peso do substrato;
- Avaliar o aumento proteico de acordo com a adição das diferentes concentrações do fermento e quantidades de substrato na fermentação;
- Verificação de outras opções de aplicabilidade do bagaço de malte enriquecido.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica apresentada nos próximos itens, aborda assuntos relacionados ao objetivo deste trabalho, trazendo informações sobre os processos de produção de cerveja, bagaço de malte, processo fermentativo.

2.1 PRODUÇÃO DE CERVEJA

A cerveja deriva da palavra em latim *bibere* (beber), é uma bebida fermentada com uma história de 6000 a 8000 anos, cujo processo de elaboração, cada vez mais regulado e melhor controlado, tem permanecido inalterado durante séculos. Comparada a outras bebidas alcoólicas a cerveja possui baixo teor de álcool, inclusive pela proporção de água que possui, porém contém uma grande riqueza aromática exatamente pelas características das matérias-primas utilizadas em sua preparação (FILHO, 2010).

Segundo Santos e Ribeiro (2005) a cerveja é obtida através da fermentação da cevada, que converte os açúcares presentes no grão de cevada em álcool. A fermentação é a principal etapa do processo e sua efetividade depende de várias operações anteriores, incluindo o preparo das matérias-primas. Após a fermentação são realizadas etapas de tratamento da cerveja, para atribuir as características organolépticas desejadas no produto final.

São quatro os elementos fundamentais para produzir cerveja: água, malte, lúpulo e fermento. Porém a legislação brasileira permite que sejam utilizados outros cereais como trigo, arroz e milho em substituição parcial do malte. Na Alemanha não é permitido este tipo de substituição (SINDICERV, 2013).

O processamento tradicional de produção pode ser dividido em oito operações essenciais: moagem do malte; mosturação ou tratamento enzimático do mosto; filtração do mosto; fervura do mosto; tratamento do mosto (remoção do precipitado, resfriamento e aeração); fermentação; maturação e clarificação (FILHO, 2010). Na Figura 1 estão representados os principais processos de produção da cerveja.



Figura 1 - Fluxograma com as principais fases do processo de obtenção de cerveja

Na Figura 1, verifica-se que o malte é moído e misturado com água para que ocorra a mosturação. As enzimas do próprio malte são então ativadas em um processo com temperatura em torno de 65°C, o que permite hidrolisar o amido e as proteínas. Esta fase do processo necessita de um tempo de aproximadamente 2 h para ser completada. Após esse tempo, a fração insolúvel do malte, o bagaço de malte, é removida por filtração, obtendo-se uma solução denominada mosto e o bagaço de malte que é o subproduto de interesse deste estudo (DRAGONE MELNIKOV, 2007). O mosto segue para o processo de fermentação para depois ser filtrado e assim obter a cerveja para ser envasada.

2.2 BAGAÇO DE MALTE

Denomina-se bagaço de malte, bagaço de cevada ou resíduo úmido de cervejaria (RUC) o resíduo sólido proveniente do início do processo de produção de cerveja, é retirado do mosto por meio de filtro prensa (GRUPO CABRERA, 2014). Tem em sua composição grãos e cascas de malte e também dos adjuntos adicionados no processo. Apresenta altos valores de umidade e contém bom teor de proteína bruta (PB) e fibra bruta (FB) sendo muito utilizado na alimentação de vacas leiteiras (VIEIRA; BRAZ, 2009).

Este subproduto merece destaque, devido a sua elevada qualidade nutricional e potencial para ser utilizado como ração animal. É gerado em grande volume durante todo o ano, podendo ser obtido a baixo ou nenhum custo na indústria cervejeira. Pode ser caracterizado como um alimento volumoso, devido ao alto teor de umidade (SOUZA, 2010).

Segundo Grupo Cabrera (2014) o bagaço de malte é utilizado também de forma experimental em outros tipos de criação tais como aves, suínos e peixes entre outros, ele tem demonstrado o seu potencial com aumento de produção, ganho de peso, redução de custos e consequente aumento nos lucros.

A procura por ingredientes alimentares alternativos aos tradicionalmente utilizados é incessante. Porém, para estas substituições, deve-se ter ingredientes alternativos com composição nutricional adequada, fácil obtenção e armazenamento e principalmente, ser de menor custo (VIEIRA; BRAZ, 2009).

Os produtores encontram dificuldade em armazenar o bagaço de malte devido ao seu elevado teor de umidade, podendo inclusive ocorrer contaminação microbiológica do mesmo. Uma das formas de conservar este material é pelo processo de secagem, ou também o processo de ensilagem (GERON; ZEOULA, 2005).

A secagem pode ser forçada ou causada consequentemente após outro processo, como a fermentação. A utilização do bagaço de malte como substrato em processo fermentativo pode trazer benefícios. Além de diminuir o teor de umidade do material ainda pode-se utilizar de leveduras para tornar o material com características nutricionais mais elevadas.

O processo de ensilagem promove a drenagem da umidade presente no bagaço de malte, podendo ser realizado em tambores mantidos na posição horizontal com uma pequena inclinação na parte inferior, ao manter a tampa levemente afrouxada, a água acumulada é drenada (CABRAL FILHO, 1999).

Klagenboech (2012), avaliou a secagem da mistura bagaço e levedura com o intuito de facilitar o processo de transporte e armazenamento deste subproduto. Concluindo que quanto maior a temperatura, menor é o tempo necessário para alcançar a umidade de equilíbrio. Após o processo de secagem o teor proteico manteve-se elevado.

Portilho (2010) fez uma revisão da composição do bagaço do malte que está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1: Composição do bagaço do malte por diferentes autores (%).

AUTORES	MS	PB	FB	MM	U	EE
POLAN et al. (1985)*	24,6	28,0	-	-	-	-
POLAN et al. (1985)**	91,6	30,8	-	-	-	-
NRC (1986)*	21,0	25,4	14,9	4,8	-	6,5
NRC (1986)**	92,0	25,4	14,9	4,8	-	6,5
COSTA et al. (1994)*	15,5	30,9	16,2	4,0	-	10,4
FREITAS (1995)*	25,6	20,7	14,8	-	-	9,6
BOURSCHEIDT (2011)*	17,8	5,7	5,4	0,6	82,2	-
BOURSCHEIDT (2011)**	96,6	28,1	16,4	3,6	3,4	-

Fonte: Adaptado de Portilho (2010).

*Resíduo úmido, **Resíduo seco, Matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), matéria mineral (MM), umidade (U), extrato etéreo (EE).

Pelos resultados apresentados na Tabela 1, verifica-se diferentes valores na composição do bagaço de malte úmido e seco. Um estudo realizado por Cabral Filho (1999) cita que a composição química do bagaço do malte pode sofrer variações na concentração dos nutrientes. Estas variações ocorrem devido ao processo de fabricação de cada indústria, e pela adição de adjuntos como milho, arroz ou maltose para incorporar o malte, criando diferentes composições finais.

Mendonça (2012), alimentou cabras na fase final de lactação com bagaço de malte e concluiu que a substituição de 20% da dieta por bagaço de malte é recomendada visto que não houve alterações negativas no comportamento dos animais e este percentual atende as exigências de matéria seca e proteína bruta, diminui o consumo de água e pode ser obtido a menores custos.

Phipps et al. (1995 apud CABRAL FILHO, 1999) trabalharam com o bagaço de malte ensilado em dietas de vacas em lactação e encontraram aumento no consumo do bagaço pelos animais. Eles concluíram que desta forma o mesmo pode ser utilizado como um alimento volumoso de boa qualidade. Para Preston et al. (1973 apud CABRAL FILHO, 1999) a substituição de até 50% do bagaço de malte na alimentação de novilhos de corte foi fundamental para que houvesse o aumento no

desempenho dos animais por consumo voluntário, maiores coberturas de gordura e aumento do peso da carcaça.

2.3 LEVEDURA - *Saccharomyces cerevisiae*

A levedura *Saccharomyces cerevisiae* é um fungo unicelular e tem as mesmas funções de qualquer outro ser vivo, respira, alimenta-se, excreta, entre outras funções vitais. Este microrganismo é o mais utilizado na indústria (WATANABE, 2006; ROCHA 2002). Outro motivo que influencia na sua ampla utilização é sua ação não patogênica.

A composição química da levedura foi determinada por Butolo (1996) que está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição química da levedura *Saccharomyces cerevisiae* desidratada

Parâmetros	Composição (%)
Umidade (voláteis 105°C)	8,72 - 10,02
Proteína bruta	28,70 - 38,28
Extrato etéreo	0,91 - 1,03
Fibra bruta	0,31 - 0,80
Material mineral	4,36 - 5,18

Fonte: Butolo, 1996.

Butolo (1996) ainda afirma que, além desta levedura ser considerada fonte de proteínas, como é visto na Tabela 2, ela pode também ser utilizada como complemento alimentar e promotor de reequilíbrio da microflora intestinal considerando sua composição química. Além disso ela também possui vitaminas do complexo B.

Açúcares são utilizados por quase todas as leveduras conhecidas e tem em comum no seu metabolismo a conversão da Glicose-6-Fosfato em Piruvato através de uma Via Glicolítica comum. O destino metabólico do Piruvato é que será diferenciado de acordo com a espécie de levedura e as condições de cultivo. No caso da *Saccharomyces cerevisiae* em condições aeróbias o Piruvato é oxidado para CO₂

através do Ciclo de Ácido Tricarboxílicos (TCA). Desta forma, a Glicose e o TCA são as principais vias metabólicas para a *Saccharomyces cerevisiae*, sendo responsáveis diretos pela produção de energia e redução dos equivalentes na forma de ATP, NADH, NADPH, além da geração de compostos precursores necessários à biossíntese de biomoléculas (FLORES, et al., 2000).

Vários autores utilizam a *Saccharomyces cerevisiae* tanto para processos de obtenção de biomassa como para enriquecimento, utilizando processo fermentativo: Mandacaru sem espinhos (ARAUJO et al., 2007); Bagaço do pedúnculo de caju (CAMPOS et al., 2005); Bioconversão de resíduos agroindustriais (OLIVEIRA, 2007).

A levedura em questão é de fácil propagação, o que a torna de grande interesse comercial. Para que haja um eficiente processo de conversão proteica é necessário que haja um controle de temperatura, fornecimento de nutrientes, controle de umidade, entre outros (OLIVEIRA, 2007).

Campos et al. (2005) utilizou a levedura *Saccharomyces cerevisiae* como inóculo no enriquecimento proteico do bagaço do pedúnculo do caju com processo fermentativo em meio sólido. Foram utilizadas bandejas de fundo perfurado contendo 350g de substrato. Após 28 horas de cultivo utilizando uma concentração de 12% da levedura e temperatura de 33°C obteve um aumento de 3 vezes na quantidade de proteína bruta em relação ao produto *in natura*.

2.4 FERMENTAÇÃO EM ESTADO SÓLIDO (FES)

Processo de fermentação em estado sólido consiste na reprodução de um microrganismo, tendo fontes de nutrientes adequados, na superfície de um material sólido, inerte ou não, que apresente propriedade de absorver ou conter água, com objetivo de obtenção de um bioproduto (OLIVEIRA, 2007).

Em comparação a fermentação submersa, a fermentação em estado sólido traz diversas vantagens. A simplicidade do meio e possibilidade de utilização de rejeitos agroindustriais. Diminuição da possibilidade de contaminação devido a menor quantidade de água presente (EMBRAPA, 2016).

Em processos fermentativos é necessário que haja o controle de determinados parâmetros, a fim de que se obtenha um produto com características constantes, e o controle destes parâmetros é o que torna complexa a análise fermentativa (OLIVEIRA, 2007).

A temperatura é um fator de grande importância na atividade dos microrganismos, influenciando seu crescimento, metabolismo e capacidade fermentativa. A medida que a temperatura aumenta, eleva-se a velocidade de fermentação, porém altas temperaturas causam desnaturação da proteína, secagem do material e conseqüente diminuição de sua umidade, o que pode causar morte dos microrganismos devido falta de nutrientes (BAPTISTA, 2001).

Os valores de pH geralmente encontrados situam-se na faixa de 4,5 - 5,5 em mostos industriais. As variações que ocorrem durante o processo são causadas pelo consumo do substrato e/ou produção de metabólitos, e elas indicam que estão ocorrendo mudanças das atividades metabólicas. Substâncias com capacidade tamponantes, podem ser utilizadas a fim de que não ocorram mudanças bruscas no meio (OLIVEIRA, 2007).

Oliveira (2007) avaliou o enriquecimento nutricional da casca do abacaxi, casca de maracujá e coroa do abacaxi utilizando a levedura *Saccharomyces cerevisiae* em FMS nas temperaturas entre 30 e 38 °C. A autora verificou que é necessário trabalhar com o substrato com 60% de umidade para que a atividade de água se mantenha em 0,9. A atividade de água é o parâmetro que mede a disponibilidade de água de um determinado alimento e corresponde à umidade relativa de equilíbrio no qual o alimento não perde nem ganha água para o ambiente. Esta água livre pode ser aproveitada pelos microrganismos (SCHMIDELL et al., 2001).

A partir deste estudo Oliveira (2007) obteve aumento no teor de proteína bruta em média de 2,40 vezes no tempo de 48 horas com 3% a 5% de levedura. Concluiu-se que o produto pode ser uma alternativa na alimentação animal.

3 MÉTODOS

Neste capítulo estão descritos os procedimentos necessários para a realização do trabalho experimental. Contendo os métodos utilizados na caracterização nutricional do bagaço de malte *in natura*, bem como o procedimento para o enriquecimento proteico do bagaço do malte utilizando o fermento contendo a levedura *Saccharomyces cerevisiae*. Os experimentos foram realizados nos laboratórios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), câmpus Toledo e na Fundação para o desenvolvimento científico e tecnológico (FUNDETEC).

3.3 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

3.3.1 Substrato

O bagaço de malte, subproduto do processo de filtração, foi cedido por uma indústria cervejeira da região Oeste do Paraná – Brasil. As amostras estavam acondicionadas *in natura* em embalagens plásticas contendo 500 g, armazenadas em freezer a $-5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e foram descongeladas a temperatura ambiente por 24 horas. Antes do uso o substrato foi homogeneizado manualmente (MENEZES, 2010).

3.3.2 Inóculo

O microrganismo utilizado para o enriquecimento proteico foi a levedura *Saccharomyces cerevisiae* do tipo comercial fermento biológico seco, da marca Fleischmann com proteína bruta (PB) média de 45%. Foi obtida em supermercados da região.

3.3.3 Cultivo

O processo fermentativo foi realizado a partir de duas alíquotas de 500 g do substrato, tendo para a primeira alíquota a adição de 50,0 g de fermento, e para a segunda, 75,0 g de fermento, obtendo assim, respectivamente, as concentrações de 10% e 15% de fermento contendo *Saccharomyces cerevisiae* nos substratos. Após homogeneização dos dois cultivos, os mesmos foram divididos em erlenmeyer (biorreator) de 250 ml nas quantidades de 50 g e 80 g, em triplicatas. A quantidade de 50 g representa a altura de 4 cm de substrato no biorreator e para 80 g a altura de 6 cm (ARAUJO et al. 2009).

As amostras foram mantidas em shaker com 150 rpm de agitação e temperatura fixa em 30°C. Foram retiradas alíquotas de 2,0 g por amostra para posterior análise nos seguintes tempos de fermentação: 0h, 8h, 28h, 48h, 52h e 56h.

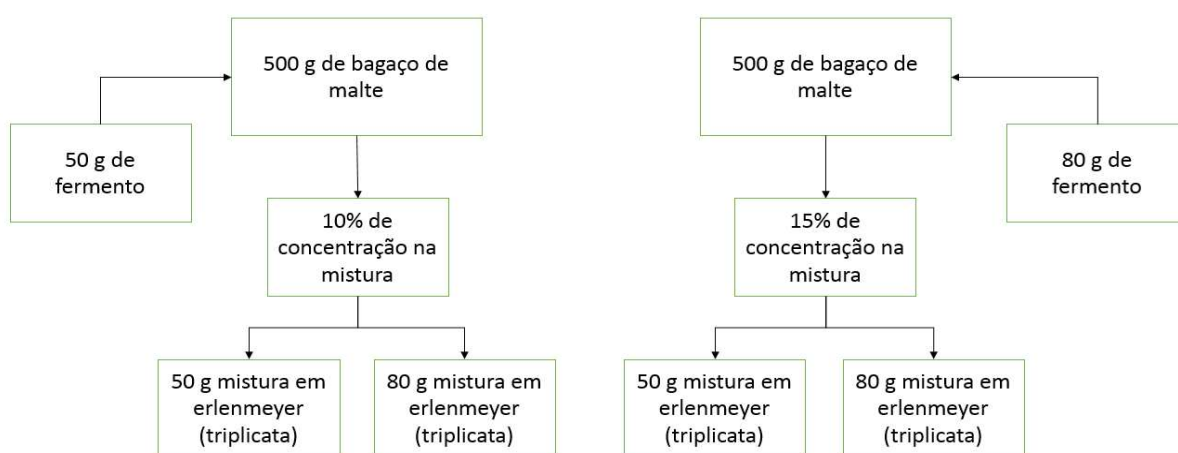


Figura 2: Fluxograma de preparo do cultivo

3.3.4 Caracterização nutricional

Foram realizadas as análises de caracterização nutricional do bagaço de malte *in natura* de acordo com os procedimentos de análises físico-químicas listados a seguir.

Para a avaliação do processo de enriquecimento proteico do bagaço de malte foram realizadas as análises de proteína bruta e umidade durante os horários listados no item 3.3.3. Foi determinado também o teor de proteína bruta do fermento utilizado.

3.3.4.1 Teor de umidade

O procedimento de secagem em estufa é mais utilizado em alimentos e está baseado na remoção da água por aquecimento, onde o ar quente absorvido por uma camada muito fina do alimento é conduzido para o interior por condução (CECCHI, 2003).

O método foi realizado de acordo com procedimento do Instituto Adolfo Lutz, (2008). Foi realizada a pesagem de 1,0 g de amostra em uma placa dessecada. A amostra foi aquecida em estufa com circulação e renovação de ar, por 24 horas, na temperatura de 105 °C, após resfriada em dessecador até peso constante.

O teor de umidade do produto é obtido a partir da Equação (1):

$$U = \frac{N}{P} \cdot 100 \quad (1)$$

Onde: U: porcentagem de umidade; N é o n° de gramas de umidade (perda de massa em g), P é o n° de gramas da amostra inicial.

3.3.4.2 Lipídios totais

A determinação de lipídios foi realizada pelo método Soxhlet, que se baseia na extração da gordura utilizando o extrator de óleos e graxas com aquecimento e extração por éter de petróleo. A porcentagem de lipídios é obtida a partir da Equação (2):

$$LI = \frac{N}{P} * 100 \quad (2)$$

Onde: LI: é a porcentagem lipídeos (%); N: massa de lipídeos (g); P: massa da amostra inicial (g), (CECCHI, 2003).

3.3.4.3 Matéria mineral

Foram pesados 5 g da amostra em cadinho dessecado e incinerados a 550 °C em forno mufla por 4h, seguido do resfriamento em dessecador, segundo Instituto Adolfo Lutz (2008). Após as 4 horas de incineração a quantidade de cinzas pode ser encontrada através da Equação (3):

$$MM = \frac{N}{P} \cdot 100 \quad (3)$$

Onde: MM é a porcentagem de matéria mineral (%); N o número de gramas de cinzas; P o número de gramas da amostra inicial.

3.3.4.4 Proteína bruta

A análise foi realizada de acordo com o método Kjeldahl, segundo procedimento descrito no Instituto Adolfo Lutz (2008). Este método determina o nitrogênio presente na amostra. Assim, utilizando um fator de conversão, obtém-se a porcentagem de proteínas. A determinação de proteínas ocorre em três etapas: digestão, destilação e titulação.

A digestão foi realizada pesando 0,5000 g de amostra, adicionando 2,0000 g da solução catalítica (sulfato de sódio e sulfato cobre) e 10 ml de ácido sulfúrico. Após, a mistura foi deixada no bloco digestor até completa digestão elevando a temperatura até 400 °C.

A destilação foi realizada utilizando o destilador de nitrogênio, com o uso de hidróxido de sódio 30% para neutralização da amostra digerida e ácido bórico 0,033M para receber o destilado.

Na etapa de titulação foi determinada a quantidade de nitrogênio presente nas amostras utilizando solução de ácido sulfúrico 0,05 M como titulante. Para obter o teor de proteínas presente na amostra foi utilizado um fator de conversão (6,25) multiplicado ao teor de Nitrogênio (proteínas possuem em média 16% de Nitrogênio). O percentual de proteínas foi determinado usando a Equação (4):

$$PB(\%) = \frac{Vg * Fc * 0,14 * 6,25 * 100}{Ma} \quad (4)$$

Onde: Vg: Volume de H₂SO₄ 0,05M gasto na titulação; Fc: fator de correção; 6,25: Fator de conversão de Nitrogênio para Proteínas; Ma: peso da amostra.

3.3.4.5 Carboidratos

O conteúdo de carboidratos foi calculado por diferença, através da Equação 5 (Silva e Queiroz, 2002).

$$CT = 100 - (\%U + \%PB + \%LI + \%MM) \quad (5)$$

Onde: CT: carboidratos totais, e é encontrado subtraindo-se de 100 os valores encontrados para umidade (%U), proteína (%PB), lipídios (%LI) e matéria mineral (MM).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo estão apresentados os resultados da caracterização do bagaço de malte *in natura*, bem como do teor proteico e umidade obtidos pelo processo de fermentação em estado sólido citado no item 3.3.3

4.1 CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL DO BAGAÇO DE MALTE *IN NATURA*

Foi realizada a caracterização nutricional do bagaço de malte *in natura* para os parâmetros descritos nos itens 3.3.4 deste trabalho. Sendo estes a umidade (U), matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), carboidratos, lipídeos (LI). Os resultados estão apresentados na Tabela 3 que traz também os resultados obtidos por Bourscheidt (2011) para comparação.

Tabela 3: Caracterização nutricional do bagaço de malte *in natura*

Parâmetros	<i>Ehrenbrienk</i> (2016)	<i>Bourscheidt</i> (2011)
	(%)	(%)
Umidade residual	78,40	82,19
Matéria seca	21,60	17,81
Proteína bruta	5,35	5,70
Matéria Mineral	0,58	0,63
Carboidratos	14,67	10,48
Lipídeos	1,00	1,00
Fibra Bruta	-	5,40

Com os resultados obtidos neste trabalho apresentados na Tabela 3, o teor de proteína bruta do bagaço de malte *in natura* foi de 5,35%, resultado próximo ao encontrado por Bourscheidt (2011) (5,70%). De acordo com a caracterização realizada por Cordeiro, El-Aouar e Gusmão (2012) também foram obtidos resultados semelhantes aos encontrados neste estudo. Sendo 5,37% de proteínas bruta e 75,48% de umidade, utilizando bagaço de malte proveniente de uma cervejaria na

Paraíba.

Ainda pela Tabela 3, observa-se um alto teor de umidade no bagaço de malte (78,40%) encontrado neste estudo. De acordo com Aquarone et al. (2001) o teor de umidade varia entre 70,0% e 75,6%, devido à grande quantidade de água adicionada durante o processo de produção da cerveja. No trabalho apresentado por Bourscheidt (2011) o teor de umidade foi de 82,19%.

Para que um processo de fermentação em estado sólido ocorra de maneira eficiente é preciso controle de certos parâmetros, um deles é a umidade, que deve ser elevada (SCHMIDELL et al., 2001). Assim, o bagaço de malte *in natura* mostra-se com grande potencial de aplicação como substrato em enriquecimento proteico, visto que seu teor de umidade já é elevado o suficiente, não sendo necessária a adição de água durante o processo fermentativo. Tendo assim um aumento no teor de proteínas tornando-o um material de maior valor agregado.

O teor de proteína bruta e umidade no bagaço de malte irá variar entre lotes produzidos e também entre diferentes indústrias. A adição de diferentes adjuntos durante a produção da cerveja, a proveniência tanto do malte como destes adjuntos, bem como o tempo de colheita dos cereais, e também o processo produtivo são fatores que vão trazer variações na composição final do bagaço de malte (AQUARONE et al., 2001).

Nos itens seguintes constam os resultados durante o processo de fermentação deste subproduto da indústria cervejeira utilizando o fermento contendo levedura *Saccharomyces cerevisiae*.

4.2 ENRIQUECIMENTO PROTEICO

Na Tabela 4 constam os resultados da proteína bruta e umidade durante a fermentação em estado sólido do bagaço de malte. Foram avaliadas diferentes quantidades de substrato (50 g e 80 g) nas concentrações de 10% e 15% de fermento contendo levedura *Saccharomyces cerevisiae*. Todos os experimentos foram conduzidos a temperatura de 30°C e agitação de 150 rpm.

Tabela 4: Resultados do teor de proteína bruta (PB) (b.s.) e umidade (U) durante a fermentação em estado sólido do bagaço de malte com 50 g e 80 g e 10% e 15% de inóculo

Concentração do fermento: 10%								
	Tempo (h)	<i>In natura</i>	0	8	28	48	52	56
Q=50	PB (%)	24,77±	33,13±	33,85±	34,51±	35,64±	38,01±	34,24±
		0,15	0,15	1,69	0,37	0,96	0,25	0,57
		78,40±	73,88±	71,91±	65,06±	53,41±	45,71±	21,82±
	U. (%)	0,38	0,89	1,12	0,96	0,67	0,89	0,25
Q=80	PB (%)	24,77±	33,13±	33,52±	33,14±	40,03±	38,01±	33,32±
		0,15	0,15	1,12	0,32	1,12	0,58	1,04
		78,40±	73,88±	72,19±	68,55±	61,89±	61,79±	53,30±
	U. (%)	0,38	0,89	0,54	0,72	0,85	1,96	1,18
Concentração do fermento: 15%								
	Tempo (h)	<i>In natura</i>	0	8	28	48	52	56
Q=50	PB (%)	24,77±	33,87±	34,26±	35,01±	35,17±	37,22±	38,89±
		0,15	0,25	1,11	0,58	0,70	1,32	0,43
		78,40±	70,61±	67,86±	62,06±	45,42±	40,24±	28,13±
	U. (%)	0,38	0,74	1,12	0,82	1,25	0,46	0,49
Q=80	PB (%)	24,77±	33,87±	35,07±	35,34±	45,50±	40,78±	39,18±
		0,15	0,25	0,36	0,13	1,18	0,32	0,82
		78,40±	70,61±	68,38±	65,51±	57,83±	57,70±	49,37±
	U. (%)	0,38	0,74	0,56	1,96	0,64	0,53	0,25

Pela Tabela 4 observa-se aumento máximo de 1,84 vezes em relação a amostra *in natura* no tempo de 48h de fermentação utilizando 80 g de substrato e 15% de concentração do fermento, sendo concentração final de 45,50% de proteínas em base seca. Dentre as amostras contendo 10% de fermento, o maior teor proteico foi ao tempo de 48h (40,03%), apresentando aumento de 1,62 vezes.

As amostras contendo 80 g da mistura substrato/fermento apresentaram aumento no teor proteico até o tempo de 48h, já para as amostras contendo 50 g, o aumento continuou até 52h para 10% de concentração e 56h para 15% de concentração.

Em relação ao percentual de umidade durante os experimentos, com os resultados da Tabela 4 verifica-se um decaimento do percentual de umidade em relação ao tempo. O bagaço de malte *in natura* apresentou uma umidade de 78,40% e ao realizar a adição de 10% de levedura houve um decaimento em 4,52%. Ao final das 56 horas de fermentação, a umidade presente na amostra contendo 50g de substrato foi de 21,82%, já para a amostra contendo 80g o percentual de umidade foi

maior (53,30%).

Comparando os resultados da umidade entre as duas diferentes quantidades de substrato, verifica-se que para uma maior quantidade de substrato (80g) obteve-se também um maior percentual de umidade durante todo o processo. Isso pode ser justificado pois nas amostras contendo menor quantidade (50g) a temperatura do processo (30°C) consegue difundir entre todo o material com maior facilidade. E o contrário acontece nas amostras contendo 80g de substrato. Tendo uma maior quantidade de material e ocupando a mesma área, faz com que haja uma resistência térmica maior, e conseqüentemente, que o material retenha a umidade por mais tempo (SCHIMIDELL, 2001).

Amorin et al. (2005) realizaram um estudo de enriquecimento proteico por fermentação semissólida utilizando o bagaço da fruta da palma forrageira (cactácea cultivada na região semiárida do Nordeste brasileiro). Os autores realizaram a fermentação na temperatura de 30°C, utilizando reator de bandeja, tendo como inóculo a levedura *Saccharomyces cerevisiae* nas concentrações de 5% e 15%, obtendo um aumento de 1,42 e 1,46 vezes respectivamente. Os autores concluíram que o material enriquecido pode ser utilizado em mistura para ração animal.

Araujo et al. (2007) realizaram uma fermentação semissólida utilizando Mandacaru sem espinhos como substrato, que também é uma planta da região semiárida do Nordeste. Foram adicionadas 300g de substrato em bandejas retangulares com fundo perfurado ocupando 1cm de altura. A levedura utilizada foi *Saccharomyces cerevisiae*, a temperatura do processo foi de 38°C pelo período de 48h. O aumento proteico foi de 3,29 e 3,89 vezes em relação ao produto *in natura*, com umidade de 81,28% e 73,17% para as concentrações de 5% e 10%, respectivamente. O foco do trabalho foi a obtenção de um concentrado proteico que venha a gerar aumento na produtividade do rebanho na região, ao utiliza-lo como fonte de proteína na alimentação de animais.

Em estudo utilizando resíduo de cervejaria como subproduto da fermentação em estado sólido com o fungo *Aspergillus oryzae*, foi alcançado um aumento de 1,55 vezes no teor proteico após 35 dias de fermentação, utilizando 50g de substrato, na temperatura de 28°C (OGUNJOBI, MEJEHA, FAGADE, 2011).

Ao tempo de 48h de fermentação utilizando o bagaço de malte como substrato na quantidade de 50g, obteve-se um aumento proteico para 35,64% utilizando 10%

de levedura. Esse valor foi próximo ao encontrado por Araujo et al. (2007) (29,33%). Sendo assim, verifica-se que o bagaço de malte também tem grande potencial para ser utilizado como concentrado proteico na alimentação animal.

Pela revisão bibliográfica realizada não foram encontrados outros trabalhos relacionados ao enriquecimento proteico do bagaço de malte utilizando a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, o que objetiva a realização deste e de futuros trabalhos levando em consideração o potencial de aplicação que este subproduto tem, a alta quantia gerada, e também a disponibilidade em várias regiões do país, considerando que a produção de cervejas ocorre em grande parte do país, durante todo o ano.

4.3 COMPARAÇÃO DO TEOR DE PROTEÍNA E UMIDADE OBTIDOS

Para a comparação dos teores de proteína e umidade durante as fermentações os dados apresentados no item 4.2 estão apresentados nas Figuras 3 e 4.

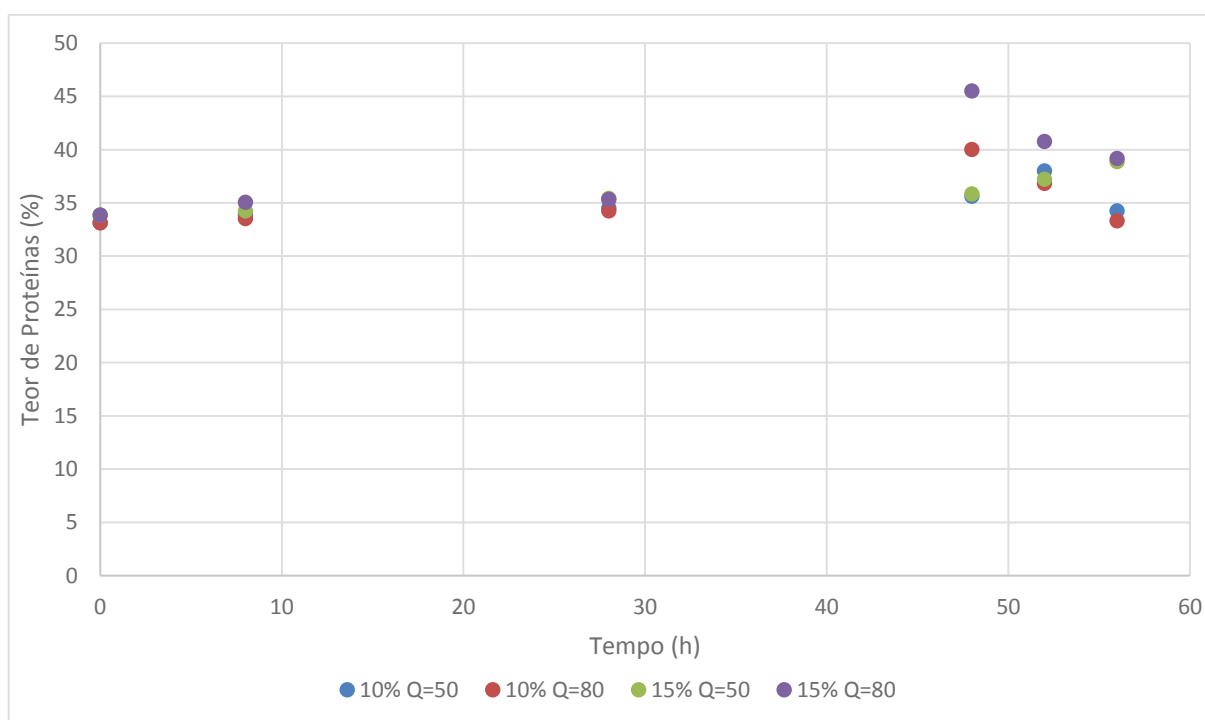


Figura 3: Comportamento do teor de proteína bruta em relação ao tempo

Como pode ser visualizado na Figura 3 a amostra que obteve o maior teor proteico possuía 15% de levedura e substrato de 80 g ao tempo de 48 horas de fermentação. Verifica-se que as amostras apresentaram resultados semelhantes até o tempo de 28 horas, e após as amostras contendo 80 g de substrato apresentaram resultado mais elevado em relação as contendo 50 g de substrato.

Após as 56 horas de fermentação a amostra contendo 15% de concentração e 50 g de substrato não apresentou decaimento no teor de proteínas, diferente das outras amostras, onde ao tempo de 48 horas as amostras contendo 80 g de substrato apresentaram o máximo teor proteico, e a amostra de 10% de concentração e 50 g de substrato alcançou o teor máximo ao tempo de 52 horas. O decaimento no teor proteico pode ser justificado pela desnaturação da proteína (ARAUJO et al., 2009).

Faz-se necessário uma análise da aplicabilidade do bagaço de malte enriquecido em proteínas na alimentação animal para avaliar qual a relação custo *versus* benefício que melhor se enquadra as necessidades.

A necessidade de ingestão dos animais depende de vários fatores, como seu peso, sexo, faixa etária, entre outros. De acordo com as tabelas de necessidades de nutrientes do gado de corte chega a 22% o teor de proteína bruta presente na dieta dos animais (LALMAN, 2007).

Considerando as necessidades do animal, pode-se dizer que todos os resultados deste trabalho têm potencial de aplicação. É preciso avaliar qual a concentração de proteínas na ração que vai atender melhor às necessidades nutricionais do animal. Pois se tratando de um animal que não precise de uma dieta com alto valor proteico, pode-se considerar um tempo de fermentação menor, ou mesmo uma concentração de leveduras menor, agilizando o processo, diminuindo custos e mesmo assim obtendo os resultados necessários (CABRAL FILHO, 1999).

O comportamento que o teor de umidade apresentado entre as amostras analisados pode ser visualizado na Figura 4.

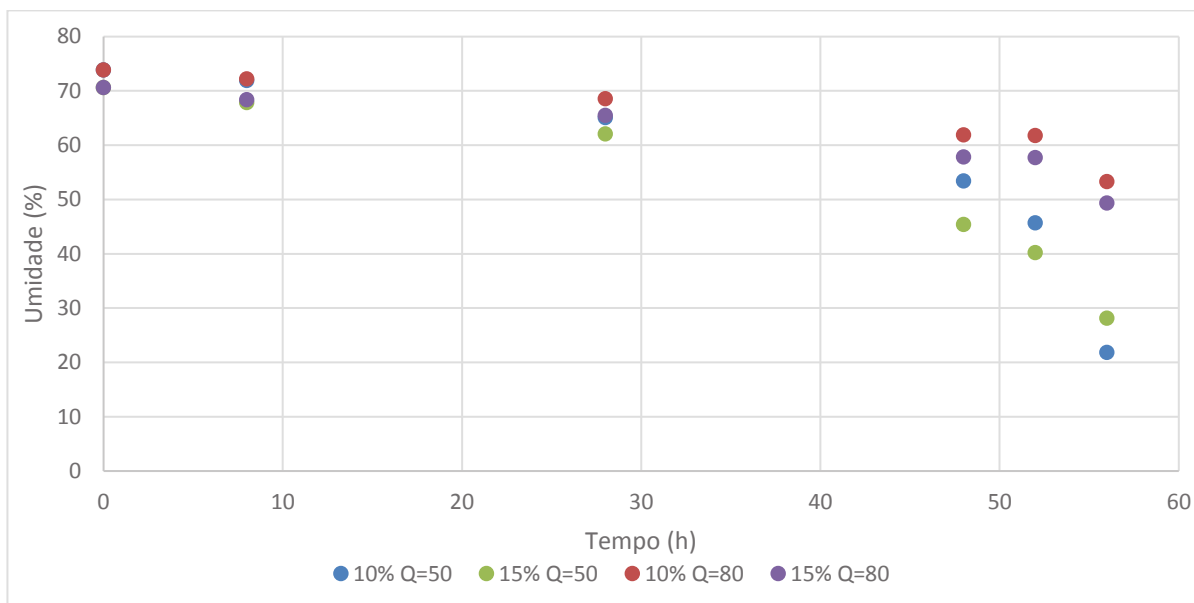


Figura 4: Comportamento do teor de umidade em relação ao tempo

Com a Figura 4 é possível visualizar o comportamento que o percentual de umidade de cada amostra apresentou durante o estudo. Nas primeiras horas (0h, 8h e 28h), a diferença entre as 4 amostras foi mínima, tendo todos os pontos próximos uns aos outros. A partir de 48 horas de fermentação, verifica-se que as amostras contendo 50g de substrato apresentaram um decaimento no percentual de umidade maior em relação as amostras contendo 80g de substrato. Ao final das 56 horas, as amostras contendo 10% de levedura foram as que apresentaram os extremos máximo e mínimo de umidade. A amostra com 50g de substrato de 10% de levedura apresentou a menor umidade, enquanto a amostra contendo 80g de substrato e a mesma concentração (10%) apresentou o maior percentual de umidade.

A secagem do bagaço de malte ocorre pela incidência de calor na superfície do material fazendo com que o calor seja conduzido até o interior do mesmo, assim removendo a água ali presente (CECCHI, 2003). Desta forma justifica-se o fato de material com maior quantidade reter mais umidade. Para uma maior redução no percentual de umidade é necessário que haja a incidência de calor por mais tempo, ou até mesmo uma alteração na temperatura fornecida.

O excesso de umidade traz problemas tanto de armazenamento como de transporte. Uma estocagem prolongada permite que haja proliferação de microrganismos de uma forma mais rápida do que comparando a um material seco.

Isso causa diminuição na qualidade do produto a ser destinado a alimentação animal, por exemplo (SOUZA, 2010).

Segundo CABRAL (1999), o tempo médio de armazenamento do bagaço de malte úmido é entre 20 e 30 dias. Alguns fazendeiros que utilizam o bagaço de malte como ração animal realizam a adição de Cloreto de Sódio para minimizar possíveis contaminações microbiológicas.

Considerando os potenciais problemas de armazenamento do bagaço de malte úmido, verifica-se que ambos processos de fermentação estudados trazem ganhos ao produto final. Além de elevar o teor de proteínas ainda resulta na secagem do material, tendo baixo gasto energético, sabendo que a temperatura de estudo foi 30°C.

5 POSSÍVEIS APLICAÇÕES DO BAGAÇO DE MALTE ENRIQUECIDO

As possibilidades de aplicações do bagaço de malte enriquecido não se restringem a alimentação de bovinos. Apesar de ser a mais comum, o material pode ser fonte de proteínas para outras aplicações.

Em estudo feito por Belibasakis e Tsirgogianni (1996 apud MUSSATO et al. (2006, p.5) utilizando a bagaço de malte na alimentação de vacas leiteiras, houve um aumento na produção de leite sem causar nenhum efeito prejudicial.

Na alimentação de peixes, ao substituir 30% do farelo de arroz por bagaço de malte os peixes obtiveram um maior ganho de peso em comparação aos animais alimentados apenas com farelo de arroz. Os autores justificaram o fato pelo aumento no teor de proteínas e amino ácidos na dieta destes peixes (KAUR e SAXENA, 2004 apud MUSSATO et al., 2006, p.5).

O uso na alimentação humana também é uma possibilidade de aplicação para o bagaço de malte. Porém, nesses casos é preciso uma moagem do material a fim de se obter uma farinha para então adicionar em conjunto com outros produtos. Devido ao seu sabor e coloração deve-se fazer uma avaliação da quantidade do material a ser utilizada a fim de que haja uma aceitação do produto final pela população (MUSSATO et al., 2006).

6 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados do processo de fermentação em estado sólido do bagaço de malte, pode-se concluir que:

- A adição de uma maior concentração de leveduras ao bagaço de malte *in natura* resultou em maior teor de proteínas durante o processo de fermentação.
- Utilizando uma menor quantidade de substrato em conjunto com uma maior concentração de proteínas resultou em maior enriquecimento proteico do bagaço de malte.
- A secagem natural do material ocorreu de forma mais eficiente ao utilizar uma menor quantidade de substrato, permitindo que haja uma melhor circulação do ar por todo interior da amostra.
- As concentrações de levedura utilizadas (10% e 15%) e a variação na quantidade de substrato para a fermentação em estado sólido, ambos foram eficientes. É preciso o conhecimento do propósito de uso do material enriquecido para afirmar qual melhor se adapta.
- O bagaço de malte *in natura* enriquecido utilizando diferentes concentrações da levedura *Saccharomyces cerevisiae* tem potencial de aplicação na alimentação animal, bem como em outros casos que necessitem de fonte proteica.

7 SUGESTOES PARA CONTINUIDADE DO ESTUDO

- Realizar a avaliação da aplicabilidade do bagaço de malte enriquecido na ração animal;
- Realizar o processo fermentativo em estado sólido com aumento de escala, para verificar se o aumento proteico é proporcional ao aumento de escala;
- Utilizar cepa da levedura *Saccharomyces cerevisiae* pura;
- Avaliar a necessidade de suplementação no meio;

8 REFERÊNCIAS

AMORIN, B. B., MOTA, M. M. A., SIMÕES, V. S., SILVA, L. F. H., OLIVEIRA, L. S. C., **Estudo Do Enriquecimento Protéico Do Bagaço Da Fruta Da Palma Forrageira (*Opuntia Ficus-Indica* Mill)**. 2005. COBEQ-IC.

AQUARONE, Eugênio; BORZANI, Walter; SCHMIDELL, Willibaldo; LIMA, Urgel de A. **Biotecnologia Industrial**. v. 4. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2001.

ARAUJO, L. F.; MEDEIROS, A. N.; NETO, A. P.; CONRADO, L. S.; SILVA, F.L.H. **Estudo do enriquecimento protéico do mandacaru sem espinhos (*Cereus jamacaru* P.DC) utilizando leveduras por fermentação semi-sólida**. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2007.

ARAUJO, Lucia F. SILVA, Flavio L.H., OLIVEIRA, Libia S.C., MEDEIROS, Ariosvaldo N., NETO, Américo P., **Bioconversão do mandacaru sem espinhos (*Cereus jamacaru*) em alimento alternativo para ruminantes** Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2009.

BAPTISTA, Antonio Sampaio. ***Saccharomyces cerevisiae* em milho armazenado e o efeito na redução de aflatoxinoses**. Dissertação - Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Piracicaba, 2001.

BOURSCHEIDT, Cristiane Thaís. **Estudo da cinética de secagem e caracterização nutricional do bagaço de malte obtido da filtração da mostura de uma cervejaria**. 2011. 64 f. Trabalho de conclusão de curso (Curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos) – Universidade Tecnologia Federal do Paraná, Toledo, 2011.

BUTOLO, J. E. **Uso da biomassa de levedura em alimentação animal: propriedades, custo relativo a outras fontes de nutrientes**. In: Workshop – Produção de Biomassa de Levedura: Utilização em alimentação animal, 1996, Campinas. Anais. Campinas: ITAL. p.70-89. 1996

CABRAL FILHO, S.L.S.. **Avaliação do resíduo de cervejaria em dieta de ruminantes através de técnicas nucleares correlatadas**. Dissertação - Mestrado em Ciências. Piracicaba. São Paulo. 1999.

CAMPOS, A.R.N., SANTANA, R.A.C., DANTAS, J.P., SOUSA, L., OLIVEIRA, C., SILVA, F.L.H.. Enriquecimento protéico do bagaço do pedúnculo do caju por cultivo semi-sólido. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**. Vol. 5 nº 2. 2005.

CECCHI, H.M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos**. 2ª. ed. Campinas: 2003.

CORDEIRO, Gomes Luana; EL-AOUAR, Ânoar Abbas; GUSMÃO, Rennan Pereira. **Caracterização do bagaço de malte proveniente de cervejarias**. 2012. Revista verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. Vol.07, nº3. 2012.

DRAGONE MELNIKOV, Giuliano Marcelo. **Fermentação primária para produção de cervejas de alta densidades por processo contínuo utilizando leveduras imobilizadas em bagaço de malte**. 2007. 140f. Tese - Doutorado. Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. 2007.

EMBRAPA. **Fermentação**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. 2016. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 18 de maio de 2016.

EMBRAPA. Gado de Corte. **Engorda de bovinos em confinamento aspectos gerais**. Campo Grande, 1996. Disponível em: <http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/doc/doc64/index.html>. Acesso em 02 de fevereiro de 2014

FILHO, Waldemar Gastoni Venturini. **Bebidas Alcoólicas – Ciência e Tecnologia**. 1ª Ed. 2010. Vol. 1. Editora Blucher.

FLORES, C.L.; RODRIGUEZ, C.; PETIT, T.; GANCEDO, C.; **Carbohydrate and energy-yelding metabolism in non-conventional yeasts**. FEMS Microbiology Reviews. 2000.

GERON, Luiz Juliano Valério. ZEOULA, Lucia Maria. **Silagem do resíduo úmido de cervejaria: uma alternativa na alimentação de vacas leiteiras**. Pubvet, V. 1, N. 8, Ed. 8, Art. 310, ISSN 1982-1263, 2007.

GRUPO CABRERA. **Bagaço de Cevada**. 2014. Disponível em: <http://www.grupocabrera.com.br/Bagaco.htm>. Acesso em 19/01/2014

HUGO, Imaizumi. **Suplementação protéica, uso de subprodutos agroindustriais e processamento de milho em dietas para vacas leiteiras em confinamento**. 182 f. Tese - Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz. Piracicaba, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. IV ed. 1ª ed. digital. Versão eletrônica: **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008

KAUR, V.I.; SAXENA, P.K. **Incorporação de resíduo de cervejaria na alimentação suplementar e seu impacto no crescimento de algumas carpas**. Bioresource Technology 91 (2004) 101–104.

KLAGENBOECH, Rafaeli. **Estudo da secagem da mistura de biomassa de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) e bagaço de malte resíduos da indústria cervejeira** 2012. 64 f. Trabalho de conclusão de curso (Curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos) – Universidade Tecnologia Federal do Paraná, Toledo, 2012.

LALMAN, DAVID. **Necessidade de nutrientes para gado de corte**. 2007. Divisão de ciências agrícolas e recursos naturais. Universidade do estado de Oklahoma.

MAPA. **Portaria 108**. 1993. Disponível em: http://www.saa.rs.gov.br/uploads/1280494870PORTARIA_108__1993_MAPA1.pdf. Acesso em: 13 de março de 2016.

MELO, Priscilla Siqueira. **Composição química e atividade biológica de resíduos agroindustriais**. 2010. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Piracicaba. Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, 2010.

MENDONÇA, Lúcia Mendes. **Utilização do resíduo úmido de cervejaria na alimentação de cabras anglo nubiana em final de lactação**. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Sergipe, 2012.

MENEZES, Maraísa L. de. **Remoção do Corante Reativo Azul 5G a partir de Soluções Aquosas Utilizando o Bagaço do Maracujá Amarelo como Adsorvente**. 2010. 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.

MUSSATO, Solange; DRAGONE, Giuliano; ROBERTO, Ines. **Resíduo de cervejaria: Geração, características e possíveis aplicações**. 2006. Journal of cereal Science.

OGUNJOBI, Adeniyi Adewale; MEJEHA, Obioma Kelechi e FAGADE, Obasola Ezekiel. **Enriquecimento proteico de resíduo de cervejaria utilizando *Aspergillus oryzae***. 2011. Assumption University of Thailand. AU Journal. 2011. Nigéria.

OLIVEIRA, Marinévea Medeiros. **Enriquecimento nutricional por bioconversão de resíduos agroindustriais para utilização na alimentação animal**. 2007. 121f. Tese (Doutorado em Engenharia de processos) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia. Campina Grande: 2007.

PELIZER, Lúcia Helena. **Utilização de resíduos agro-industriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental**. Journal of technology management & Innovation. São Paulo. Vol. 2. Ed. 1. 2007.

PHIPPS, R.H., SUTTON, J.D., JONES, B.A. **Forage mixtures for dairy cows: the effect on dry matter intake and milk production of incorporating either fermented of urea-treated whole-crop wheat, brewer's grain, fodder beet or maize silage into diets based on grass silage**. Animal Science, v.61, p.491-496, 1995.

PORTILHO, F. P. **Utilização do resíduo de cervejaria na formulação de misturas minerais proteinadas para ovinos a pasto**. 2010. 76 f. Tese (Doutorado em Ciências Animais) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

PRESTON, R.L.; VANCE, R.D.; CAHILL, V.R. **Energy evaluation of brewers grains for growing and finishing cattle**. Journal of Animal Science, v.37, n.1, p. 174-178, 1973.

ROCHA, Ana P. T. **Estudo do desempenho de um leito de jorro convencional para secagem de leveduras**. 2002. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2002.

SANTOS, Mateus Sales dos. RIBEIRO, Flávio de Miranda. **Cervejas e refrigerantes**. São Paulo : CETESB, 2005. 58 p.

SANTOS, Roberta Daniela da Silva. **Gestão de resíduos em uma agroindústria canaveira no vale Do São Francisco: o reaproveitamento do bagaço da cana de Açúcar**. 2012. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/II-014.pdf>>. Acesso em 02 de fevereiro de 2014.

SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W. **Biotechnologia Industrial. Engenharia Bioquímica**. v.2. Editora Edgard Blücher LTDA. São Paulo, 2001.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002.

SINDICERV. Sindicato Nacional da Indústria de cerveja. **A Cerveja**. 2013. Disponível em: <<http://www.sindicerv.com.br/producao.php>>. Acesso em 19 de janeiro de 2014.

SOUZA, Leiliane Cristine de. **Valor Nutricional do Resíduo Úmido de Cervejaria in natura conservado sob condições aeróbias e anaeróbias**. 2010. 64f. Dissertação (Pós Graduação em Zootecnia). Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Marechal Cândido Rondon. 2010.

VIEIRA, Antônio Assis Vieira. BRAZ, Jamil Monte. Bagaço de cevada na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.6, n° 3, p. 973-979 Maio/Junho, 2009. Disponível em: <http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/091V6N3P973_979MAI2009_.pdf>. Acesso 20/01/2014

WATANABE, André L. **Suplementação de levedura desidratada (*Saccharomyces cerevisiae*) e derivados na alimentação de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*)**. 2006. 96 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.