



FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE

Patricia Alves da Silva

**Controle de Qualidade Físico-Químico e
Microbiológico do Mosto Fermentado da Mandioca
(*Manihot esculenta Crantz*) para Obtenção de
Aguardente**

ARIQUEMES – RO

2012

Patricia Alves da Silva

**Controle de Qualidade Físico-Químico e
Microbiológico do Mosto Fermentado da Mandioca
(*Manihot esculenta Crantz*) para Obtenção de
Aguardente**

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Farmácia da Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA, como requisito parcial a obtenção do Grau de Bacharel em Farmácia Generalista.

Profº. Orientador Especialista: Fernando Vilas Boas

Ariquemes - RO

2012

Patricia Alves da Silva

**Controle de Qualidade Físico-Químico e Microbiológico do
Mosto Fermentado da Mandioca (*Manihot esculenta Crantz*)
para Obtenção de Aguardente**

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Farmácia da Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA como requisito parcial a obtenção do Grau de Bacharel em Farmácia Generalista.

COMISSÃO EXAMINADORA

Profº. Orientador: Especialista Fernando Vilas Boas
Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA

Professora Ms. Filomena Maria Minetto Brondani
Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA

Professor Ms. Renato André Zan
Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA

Ariquemes, 27 de Junho de 2012.

A Deus, fonte inesgotável de sabedoria a quem
confiei os meus dias e os quais se deram com
muito sucesso apesar dos muitos obstáculos. A
Ele sejam dado toda honra e louvor.
E aos meus Pais que confiaram e mim mais uma
vez nesta vida.

AGRADECIMENTOS

Ao meu Orientador Professor Especialista Fernando Vilas Boas por sua disponibilidade, paciência, dedicação e empenho para me orientar.

Aos Meus pais Domingos Alves da Silva e Sebastiana Ap. da Silva, pela minha existência, por terem sido à base de tudo para mim, pela luta e determinação na hora que mais precisei.

As minhas irmãs Andréia e Franciele, que sempre esteve ao meu lado, oferecendo amor, carinho e momentos agradáveis.

Aos meus amigos de um modo especial Franciele de Mattos, Lingrid Andrade, Simone de Jesus, Tatiane Bissoli e Vicente Ferreira pela motivação e ajuda ao longo do curso.

A todos os professores que contribuíram para a minha formação o meu muito obrigado.

Agradeço aos técnicos dos laboratórios, Allan Schneider, Itamar da Silveira, Rigoberto Junior e Wesley Gonçalves, pelo auxílio na preparação para as análises.

Expresso aqui a minha gratidão a todas as pessoas que contribuíram de alguma forma para a conclusão de mais uma etapa da minha vida.

E a Deus, pelo dom da vida, saúde e principalmente o dom da sabedoria e inteligência.

RESUMO

A mandioca é uma planta farta em carboidratos, apresentando-se como uma fonte na produção de aguardente. A aguardente é a terceira bebida alcoólica mais consumida no mundo é um dos principais produtos derivados da cana-de-açúcar. É definida como o produto alcoólico obtido pela destilação do mosto fermentado. A fermentação da mandioca apresentou particularidades na conversão do açúcar em álcool como 10,6% do volume total de mosto, semelhante ao mosto da aguardente produzida com cana-de-açúcar. A análise microbiológica do mosto fermentado apresentou resultado de 274 UFC/ml de leveduras, nas quais podem ser utilizadas como cultura “starter” de novas fermentações, comparando-se com o microbiota do mosto fermentado de aguardente de cana-de-açúcar.

Palavras-chave: Mandioca, Fermentação, Destilação.

ABSTRACT

The cassava is a plant abundant in carbohydrates, presenting itself as a source in the production of hootch. The hootch is the third most consumed alcoholic drink in the world it is one of the main products derived from sugar cane. And it is defined as the alcoholic product obtained by distillation of the fermented juice. The fermentation of the cassava showed peculiarities in the conversion from sugar to alcohol as 10.6% of the total volume of the juice, similar to the juice of the hootch produced with sugar cane. The microbiological analysis of the fermented juice presented results of 274 CFU / ml of yeast, in which can be used as "starter" culture of new fermentations, comparing with the microbiota of fermented juice of sugar cane hootch.

Keywords: Cassava, Fermentation, Distillation

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADP	Adenosina Difosfato
ATP	Adenosina Trifosfato
Atm	Pressão Atmosférica
BINAGRI	Biblioteca Nacional de Agricultura
CO ₂	Dióxido de Carbono
FAEMA	Faculdade de Meio Ambiente
G	Grama
GL	Gay Lussac
Kg	Quilograma
Lts	Litros
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
NADH	Nicotinamide Adenine Dinucleotide
O ₂	Oxigênio
SciELO	Scientific Eletronic Library Online
PDA	Potato Dextrose Ágar

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 HISTÓRIA DA AGUARDENTE.....	12
2.1.1 Legislação que Regulamenta a Aguardente	13
2.2 MANDIOCA	14
2.2.1 Aspectos Gerais da Planta	14
2.2.2 Mandioca como Matéria Prima para Fermentação Alcoólica	16
2.3 FERMENTAÇÃO.....	17
2.3.1 Fermentação Alcoólica	18
2.3.2 Metabolismo da Fermentação Alcoólica	Erro! Indicador não definido.
2.4 DESTILAÇÃO.....	19
2.5 DETERMINAÇÃO DO GRAU BRUX	20
3 OBJETIVO	22
3.1 OBJETIVO GERAL	22
3.2 OBJETIVO ESPECIFICOS.....	22
4 METODOLOGIA	23
4.1 FERMENTAÇÃO.....	23
4.2 DESTILAÇÃO DO MOSTO	24
4.3 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DO MOSTO FERMENTATIVO	24
4.4 BRUX DO MOSTO.....	24
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIA	30
GLOSSÁRIO	35

INTRODUÇÃO

A aguardente é a terceira bebida alcoólica mais consumida no mundo, embora esse consumo ocorra principalmente no Brasil. A aguardente é um dos principais produtos derivados da cana-de-açúcar. Ela é definida como o produto alcoólico obtido pela destilação do mosto fermentado de cana-de-açúcar (VIDAL, 2008).

A fermentação é adotada desde antigamente. Entretanto há muitos tipos de fermentação em particular há dois tipos: Fermentação Azeda, que produzem ácidos e Fermentação Alcoólica que é um processo biológico no quais açúcares como a glicose, frutose e sacarose são convertidos em energia celular com produção de etanol e dióxido de carbono como resíduos metabólicos (BARBOSA et al., 2010).

Conforme Costa (2011), o processo de utilização das enzimas na produção de alimentos envolve a seleção de enzimas apropriadas para converter a sacarose em CO_2 , compostos aromáticos, energia e etanol que é moléculas alvo. As enzimas são essenciais para modificação das proteínas dos alimentos e sua principal função é a hidrólise de proteínas onde estão envolvidas no processo de digestão, ativação de enzimas, coagulação do sangue e transporte de proteínas através de membranas.

A fermentação semi-sólida ou em estado sólido consiste em um processo em que o crescimento microbiano e a formação de produto ocorrem na superfície de substratos sólidos na ausência de água livre. Essa fermentação pode ser de especial interesse naqueles processos onde o produto fermentado bruto pode ser usado diretamente como meio para produção enzimática (COSTA, 2011).

A fermentação é um processo catabólico anaeróbico que não envolve cadeia respiratória ou citocromos. O processo da fermentação alcoólica caracteriza-se como uma via catabólica, na qual há a degradação de moléculas de açúcar (glicose ou frutose), no interior da célula de microrganismo (leveduras ou bactérias), até a formação de etanol e CO_2 , havendo liberação de energia química e térmica (VENTURINI FILHO; MENDES, 2003).

Segundo Venturini Filho e Mendes (2003), a destilação é um processo a qual separa os componentes de uma mistura baseada na volatilidade de cada

componente, em uma determinada temperatura e pressão. Na destilação, a mistura é aquecida até a ebulição, sendo que os vapores são resfriados até a condensação.

O presente trabalho se justifica através pesquisa para se determinar as características físico-químicas e microbiológicas do mosto produzido a partir da fermentação da mandioca.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 HISTÓRIA DA AGUARDENTE

A técnica de fermentação da aguardente, a água que pega fogo, foi obtida originalmente pelos gregos e utilizada, a princípio, para fins medicinais. A tecnologia da fermentação foi aperfeiçoada pelos árabes que idealizaram o processo de destilação idêntico ao existente hoje, ao qual é utilizado de forma específicas em diferentes países, para a produção de destilados (GUERRA, 2005).

A aguardente é um dos principais subprodutos da cana-de-açúcar, é obtida pela destilação do mosto fermentado. A palavra cachaça, também conhecida como aguardente até hoje não tem uma origem definida, uma versão induz ao tempo ibérico *cachazza*, tipo de vinho barato consumido em Portugal e Espanha, outra analisa e que veio da fêmea do cachaço, porco selvagem cujas carnes duras eram acetinadas com aguardente. Embora, também afirma que veio da “cagaça”, garapa azeda do vinho da cana-de-açúcar servida aos escravos pelos senhores de engenho que ao ser destilada passou a ser denominada de cachaça (GUERRA, 2005).

A aguardente no Brasil foi descoberta pelos escravos no Brasil Colonial e acompanha a história do Brasil. Primeiramente foi chamada de pinga e posteriormente conhecida como cachaça e aguardente, produto originado do Brasil, bebida apreciada pelas classes mais elevadas da população dentro e fora do país (DIAS, 2004).

A biografia da aguardente brasileira remonta ao século XVI, consiste na primeira bebida destilada do país que, primeiramente foi consumida pelos escravos, passou com o refinamento de sua qualidade, a ser consumida pelos senhores de engenho e por toda a sociedade (GUERRA, 2005).

É a terceira bebida alcoólica mais consumida no mundo. No entanto, esse consumo se dá quase que inteiramente no mercado interno brasileiro, visto que o volume exportado é muito baixo. O mercado potencial é grande, pois o produto está perdendo a conotação pejorativa e alcançando público consumidor cada vez mais exigente (VIDAL, 2008).

A fabricação da aguardente é uma atividade realizada em todo o Brasil, hoje existem mais de quatro mil marcas de aguardentes diferentes e 1.824

estabelecimentos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (VIDAL, 2008).

Obtida pela destilação do mosto fermentado de cana-de-açúcar, sem adição de açúcar, corante ou outras substâncias químicas, a cachaça vem se destacando por sua qualidade e pelo empreendedorismo de muitos produtores (SORATTO, 2007).

2.1.1 Legislação que Regulamenta a Aguardente

Segundo Soratto (2007), a bebida alcoólica e a segunda bebida mais consumida no Brasil, entretanto a cachaça vem adquirindo um mercado com grande proporção em razão dos esforços do setor produtivo aliados a ações governamentais em diversos níveis.

A Legislação Brasileira para bebidas alcoólicas fermentadas, por Decreto nº 73.267 de 06 de dezembro de 1973 e 96.354 de 18 de julho de 1988, regulamentam a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas, permitiam a adição de açúcar em concentração no máximo igual ao encontrado nos frutos. No entanto o decreto nº 2.314/97, que regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, limita a concentração de sacarose apenas para sidra, o que permite estudos tecnológicos para o aproveitamento de frutos com baixa concentração de açúcares, para elaboração de bebidas alcoólicas fermentadas (MAEDA, 2003).

Os Decretos 2.314, de 04/09/1997, 4.062 de 21/12/2001 e 4.851 de 21/10/2003 do Governo Federal, bem como a Instrução Normativa nº 56 de 30/10/2002 do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) dispõem sobre uma série de requisitos como padronização, classificação, registro, inspeção, produção e a fiscalização para a cachaça no Brasil.

Segundo o Decreto no 6.871, de 4 de Junho de 2009, que regulamenta a Lei no 8.918, de 14 de julho de 1994 e que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas define aguardente:

Aguardente de cana é a bebida com graduação alcoólica de 38 a 54% vol a 20 °C, obtida de destilado alcoólico simples de cana-de-açúcar ou pela

destilação do mosto fermentado de cana-de-açúcar, podendo ser adicionada de açúcares até 6 g/L, expressos em sacarose.

Cachaça é a denominação típica e exclusiva da aguardente de cana produzida no Brasil, com graduação alcoólica de 38 a 48% vol a 20 °C, obtida do mosto fermentado de cana-de açúcar com características sensoriais peculiares (BRASIL, 2009).

2.2 MANDIOCA

2.2.1 Aspectos Gerais da Planta

Nome científico: *Manihot esculenta* Crantz

Família: *Euphorbiaceae*

Nomes populares: Mandioca, macaxeira, aipim

Nome em inglês: *Cassava*

Origem: Brasil.



Figura 1- Mandioca

Fonte: <https://www.google.com>. 2012.

A parte mais importante da planta é a raiz. Rica em fécula, utilizadas na alimentação humana e animal ou como matéria prima para diversas indústrias. A mandioca é nativa do continente americano, provavelmente do Brasil, a qual já era cultivada pelos índios na descoberta do país (FILHO, 2011).

A cultura da mandioca prevalece em todo o território nacional, tanto em terras de alto índice de fertilidade ou baixa, como no semiárido da região do nordeste (SANTANA, 2007).

A planta da mandioca passa por cinco fases fisiológicas principais, sendo quatro ativas e uma em repouso vegetativo. Estas fases de desenvolvimentos são: brotação da maniva (broto do caule que dá origem a uma nova planta) formação do sistema radicular, aumento da parte aérea, engrossamento das raízes de reserva e fase de repouso. Nesta última fase da planta acontece o crescimento vegetativo para depois iniciar o crescimento reprodutivo que é o de interesse econômico. Na mandioca ocorre ao mesmo tempo o crescimento da parte aérea e das raízes fibrosas e a deposição do amido nas raízes de reservas (SANTANA, 2007).

A mandioca começa o armazenamento de amido nas raízes aos 40-60 dias após o plantio e continua durante todo o tempo em que estiver sendo cultivada. Para aperfeiçoar o custo/benefício às culturas destinadas às indústrias de farinha e amido são colhidas com 2 ciclos (18-24 meses). A colheita ocorre durante todo o ano com uma pequena redução do teor de amido no verão (VALLE, 2011).

Segundo Almeida (2005), há diversos tipos de mandioca, como a aipim e macaxeira pertencem a uma única qualidade, cujos caracteres morfológicos são idênticas, porém com maior ou menor teor de ácido cianídrico. As diferenças fundamentais entre as duas formas são:

- Mandioca mansa, doce, de mesa, aipim ou macaxeira, de uso culinário - aquelas cujo teor de ácido cianídrico por quilo de raiz fresca não ultrapassa de 50 mg.
- Mandioca brava, amarga ou venenosa, de uso industrial - aquelas cujo teor de ácido cianídrico por quilo de raiz fresca é superior a 100 mg.

A causa de envenenamento pela ingestão de raiz de mandioca se deve à presença no látex da planta, de um glicosídeo cianogênico, "linamarina", que, em contato com ácidos e enzimas dos sulcos digestivos, se hidrolisa, dando formação ao ácido cianídrico, de efeitos altamente tóxicos (ALMEIDA, 2005).

A mandioca é tradicionalmente voltada para alimentação humana na forma de amido e seus derivados, farinha de mandioca e em menor escala. Em todo o Brasil a mandioca é uma cultura de subsistência produzida em pequenas escalas voltadas para consumo próprio (VALLE, 2011).

2.2.2 Mandioca como Matéria Prima para Fermentação Alcoólica

Devido a sua grande quantidade de carboidrato, a mandioca apresenta-se como uma alternativa para produção de etanol, sendo implantadas no Brasil algumas usinas de álcool de mandioca no período de grande dificuldade energética, década de 30 e 70. Enquanto a produção de álcool de cana de açúcar foi contemplada em diversos aspectos tecnológicos e econômico, a produção de álcool de mandioca foi abandonada, sem maiores investimentos e estudos (SANTANA, 2007).

Durante a década de 70 algumas usinas de mandioca foram implantadas, mas em regiões que não tinham tradição na produção desta cultura e devido a isto estas usinas não apresentaram resultados satisfatórios. (VENTURINI FILHO; MENDES, 2003).

A matéria prima da mandioca é caracterizada como amiláceas ou feculentas e se destaca como uma excelente opção para a fermentação alcoólica por apresentar um alto teor de amido. Um importante aspecto que torna o uso da mandioca em processo de fermentação é a facilidade de ter raízes o ano todo, já que pode ser armazenado no próprio solo (VENTURINI FILHO; MENDES, 2003).

A produção de etanol através da via fermentativa é uma tecnologia muito desenvolvida no Brasil, a qual renderia muitas divisas ao país e o colocaria em condições muito favoráveis no panorama energético, principalmente se forem consideradas as constantes oscilações do preço do petróleo internacional (OLIVEIRA, 2008).

Segundo Oliveira (2008), o Brasil é segundo maior produtor mundial de mandioca, a produção de etanol por via fermentativa é uma tecnologia muito desenvolvida no Brasil a qual são executadas em duas etapas: hidrólise enzimática a qual converte materiais celulósicos e amido a açúcar fermentável e fermentação alcoólica que converte o açúcar fermentável a etanol por *Saccharomyces cerevisiae*.

Segundo Venturini Filho e Mendes, (2003), o uso da mandioca e seus derivados como matéria prima para a fermentação alcoólica resultam em algumas vantagens evidentes que são as seguintes, existência de tecnologia e equipamentos nacionais de processamento, baixo potencial poluente, adubo, ração animal e na produção de compostos químicos como o ácido cítrico.

2.3 FERMENTAÇÃO

A fermentação é um procedimento catabólico anaeróbio que não envolve cadeia respiratória ou citocromos. O processo da fermentação alcoólica caracteriza-se como uma via catabólica, na qual há a degradação de molécula de açúcar (glicose ou frutose), no interior da célula de microrganismo (levedura ou bactéria), até a formação de etanol e CO₂ havendo liberação de energia química e térmica (VENTURINI FILHO; MENDES, 2003).

A fermentação não deve ser confundida com a respiração anaeróbica, técnica na qual algumas bactérias produzem energia anaerobicamente formando resíduos inorgânicos. É um processo anaeróbio de transformação de uma substância em outra, produzida a partir de microrganismos como bactérias e fungos, sendo nestes casos os fermentos (FERREIRA, 2007).

A fermentação é um conjunto de reações químicas controladas enzimaticamente, em que uma molécula orgânica gera a glicose que é degradada em compostos mais simples, libertando energia. Em determinados casos a fermentação é empregada para modificar um material cuja modificação seria difícil. A fermentação é sempre iniciada por enzimas formadas nos organismos vivos. Uma enzima é um catalisador natural que provoca uma mudança química sem ser afetado por isto (FERREIRA, 2007).

Segundo Lima (1975), do ponto de vista econômico, as leveduras são os microorganismos mais importantes na obtenção do álcool por via fermentativa. As espécies mais usadas na produção industrial de álcool e aguardentes são os *Saccharomyces cerevisiae*.

Segundo CAVALLET (2006), a fermentação de fécula de mandioca ocorre sem inoculação e sem suplementações nutricionais, sendo a fécula de mandioca o único substrato agregado para esse processo e o produto formado é o polvilho azedo.

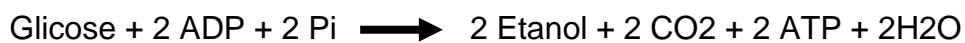
2.3.1 Fermentação Alcoólica

A fermentação alcoólica é um processo anaeróbio, sendo a levedura *Saccharomyces cerevisiae* a principal no processo. As fermentações alcoólicas e acéticas precisam ocorrer de forma separada. Caso a fermentação acética inicie

sem que a fermentação alcoólica tenha sido finalizada, acontecerá a inibição das leveduras, proporcionando resíduos de açúcares não convertidos, gerando baixa acidez. A temperatura ideal para a fermentação alcoólica está na faixa de 25°C e o pH ótimo é 4,5 (CASSONI, 2008).

Para o processo de fermentação alcoólica proporcionar um produto final de boa qualidade, o melhor é partir de uma cultura pura da levedura *Saccharomyces cerevisiae*. Em relação à fermentação acética, o mais indicado é utilizar uma cultura mista de bactérias acidificantes e de mesmo gênero (CASSONI, 2008).

Segundo Lehninger (2006), as leveduras e outros microrganismos fermentam a glicose em etanol e CO₂ e não Lactato. A glicose é convertida a piruvato pela glicose e o piruvato é convertido em etanol e CO₂ em um processo de dois passos. No primeiro o piruvato sofre a descarboxilação, uma descarboxilação simples e não envolve oxidação do piruvato. No segundo passo através da ação do álcool desidrogenase o acetaldeído é reduzido a etanol com NADH, fornecendo poder redutor. A equação geral da fermentação é:



2.3.2 Metabolismo da Fermentação Alcoólica

O metabolismo nas leveduras é formado por dois processos fundamentais: o catabolismo e o anabolismo. No catabolismo, os microrganismos causam a degradação do substrato, enquanto no anabolismo, eles geram a síntese de material celular (NOGUEIRA, 2005).

Os elementos catabólicos em levedura alcoólica compreendem: a respiração e a fermentação. A respiração é um procedimento biológico através do qual o açúcar (C₆H₁₂O₆) é completamente oxidado em CO₂ e H₂O, produzindo como saldo energético 38 moléculas de ATP (NOGUEIRA, 2005).

A fermentação alcoólica é formada de reações em que o açúcar é parcialmente oxidado para formar etanol e CO₂, resultando na produção de duas moléculas de ATP. Consequentemente, esse processo não é eficaz para a multiplicação celular, mas eficaz na produção de etanol, indispensável na fabricação das bebidas alcoólicas, álcool combustível e pão (NOGUEIRA, 2005).

Segundo Nogueira (2005), as condições ambientais geram o catabolismo da levedura alcoólica influenciada por dois efeitos: o Pasteur e o Crabtree. No primeiro a tendência da levedura respirar em meios aeróbios, enquanto que no segundo, constata-se que o levedo pode fermentar mesmo na presença de oxigênio. Compreender que a glicose e a frutose (ou qualquer açúcar que forneça um destes açúcares por hidrólise), em concentração elevada, reprimem a respiração da levedura alcoólica. Assim sendo, a respiração somente é possível na presença de oxigênio e baixa concentração de açúcar (Figura 1).

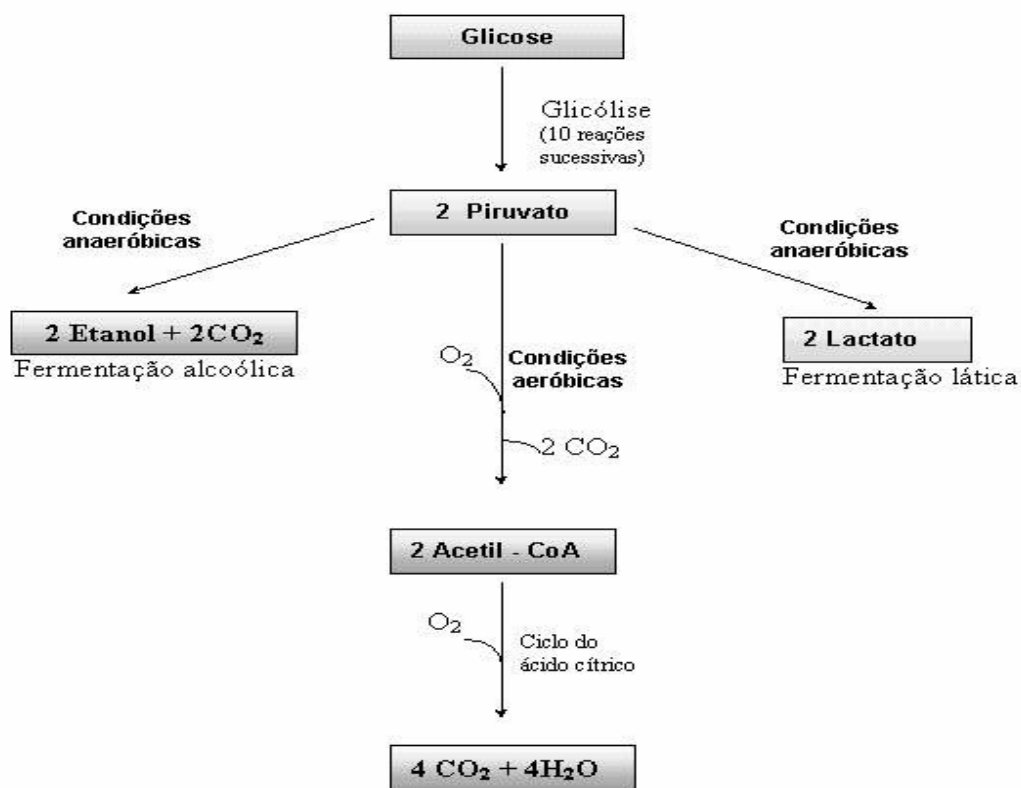


Figura 2 - Catabolismo das leveduras

Fonte: Lehninger, 2006

2.4 PROCESSO DE DESTILAÇÃO

A expressão "destilação" é originária do latim distillare, que significa "gotejar" e apresenta o estágio final do processo, quando do gotejamento de um líquido de um condensador para um recipiente de coleta. O princípio da destilação baseia-se sobre a mudança de estado de uma substância volátil passagem do estado líquido

ao estado gasoso por evaporação provocada por calor e depois o retorno ao estado líquido da fase gasosa através de resfriamento (FERREIRA; NETO, 2005).

A destilação inicia em ferver a amostra resultante da fermentação, produzindo vapores que são condensados por resfriamento, resultando na formação de etanol (SORATTO, 2007).

Segundo Soratto (2007), o processo de destilação, do produtor necessita ser aplicável, ter controle de variáveis como a pressão, temperatura e graduação alcoólica do destilado. O produto resultante da destilação pode ser de acordo com a tradição dividido em três frações: cabeça, coração e cauda. A primeira e a última fração (cabeça e cauda) são ricas em substâncias indesejáveis, precisando, assim, serem eliminadas ou recicladas, além de serem maléficas à saúde do consumidor, podem afetar o sabor da cachaça e seu desempenho nos ensaios de certificação.

Saber identificar o coração do destilado é um das fundamentais condições para assegurar a pureza e o sabor de uma cachaça de qualidade. Com isto torna muito relevante a padronização do Brix do mosto e do teor de álcool da amostra (SORATTO, 2007).

Segundo Faria (2005), o mosto, que depois da fermentação passa a ser chamado de vinho, oferece uma composição variável de substâncias gasosas, sólidas e líquidas. O gás carbônico, partido em pequena proporção no vinho, é seu principal componente gasoso, os sólidos são essencialmente constituídos pelas células de leveduras e bactérias, sais minerais, açúcares que não fermentaram e impurezas mecânicas em suspensão. A fase líquida do vinho é constituída pela água e pelo etanol, elementos mais importantes do ponto de vista quantitativo, e em quantidades menores pelos chamados compostos secundários, principais responsáveis pelas características sensoriais das bebidas destiladas.

2.5 DETERMINAÇÃO DO GRAU BRIX

Segundo Corazza (2001), o grau Brix indica o teor aproximado de açúcar no mosto. O mosto com 10^o Brix contém aproximadamente 10% de açúcar. Considerando se que 2^o Brix produz aproximadamente 1^oGL (Gay Lussac) após a fermentação, a correção é feita adicionando-se açúcar (sacarose) ao mosto, para a produção alcoólica desejada. As leituras do grau Brix são feitas em refratômetro

(Carl Zeiss), onde cada grau Brix representa aproximadamente 15g de açúcar dissolvido para cada litro de mosto.

Brix refere-se ao total de conteúdo sólidos presentes no suco expresso em porcentagem. Brix inclui açúcares e não açúcares. Então coloque uma gota da amostra de suco no Refratômetro Manual e meça a leitura Brix. O campo circular torna-se escuro relativo ao nível Brix o que pode ser facilmente lido. O medidor Brix tem graduações de 0 a 32 % (CORAZZA, 2001).

3 OBJETIVO

3.1 OBJETIVO GERAL

Determinar características físico-químicas e microbiológicas do mosto produzido a partir da fermentação da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*).

3.2 OBJETIVO ESPECIFICOS

- Quantificar o teor alcoólico do mosto;
- Determinar o Brix do mosto;
- Avaliar as características microbiológicas de bolores e leveduras do material filtrado da fermentação da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*).

4 METODOLOGIA

A mandioca utilizada para produção do mosto fermentado foi proveniente da linha 630 município de Jaru – RO, Brasil. Foram lavadas e conduzidas ao laboratório de Bromatologia da Faculdade de Educação e Meio Ambientes – FAEMA. Foi descascada, cozida e amassada de forma higiênica.

A fermentação iniciou primeiramente colocando a massa da mandioca na panela, com água e açúcar, esperou-se atingir a temperatura de 90°C. Após a fervura, desligou o fogo e esperou-se a temperatura abaixar até 38°C. Então adicionou-se o microrganismo *Saccharomyces cerevisiae*, mexeu-se e foi colocado em um recipiente de 20 litros por 96 horas até obtenção do mosto fermentado.

Determinou-se o teor alcoólico e as características microbiológicas de bolores e leveduras e o Brix do mosto.

4.1 FERMENTAÇÃO DA MANDIOCA

Primeiramente foi adicionado 5 kg de polpa de mandioca cozida e amassada em 6 litros de água mineral e 3 Kg de açúcar em uma panela a mistura foi aquecida até uma temperatura aproximada de 90°C, durante o processo verificou-se o valor do Brix inicial de 28,5°Brix foi deixado ferver o mosto por aproximadamente 15 minutos, após desligar o fogo, o recipiente ficou tampado até atingir a uma temperatura em torno de 38° a 40°C, quando chegou a temperatura ideal que é entre 38°C a 40°C, foi adicionado 125g da levedura *Saccharomyces cerevisiae* dissolvida em água.

O mosto foi transferido para os galões de fermentação, sendo esses com tampa devidamente instalada com uma mangueira dentro de um recipiente com água, a qual irá possibilitar a saída do CO₂ e impedir à entrada de O₂, manter o galão de fermentação fechado e temperatura ambiente até que termine a fermentação em torno de 72 horas.

Ao termino da fermentação foi retirada alíquotas do sobrenadante que é um subproduto obtido após a fermentação presente no galão; depois essas alíquotas do sobrenadante foram filtradas com o auxílio de uma bomba de sucção a vácuo e foram utilizadas para análises microbiológicas, já o mosto que ficou no galão foi homogeneizado e então reutilizado para realizar a destilação.

4.2 DESTILAÇÃO DO MOSTO

A destilação do mosto fermentado foi feita com a ajuda de um aparelho destilador conectado a uma torneira para fazer o resfriamento, por um balão conectado ao aparelho com o mosto girando dentro de um banho-maria a uma temperatura aproximadamente 90°C e um balão para armazenar a bebida que foi sugada com o auxílio da bomba de sucção.

4.3 ANALISE MICROBIOLÓGICA DO MOSTO FERMENTATIVO

Primeiramente foi pesado 4,1195g do meio de cultura PDA (Potato Dextrose Ágar) e diluído a 200 mL de água destilada e levada à autoclave, a uma temperatura de 121°C a 1 atm (Pressão Atmosférica) por 15 minutos para a esterilização junto com as vidrarias a serem utilizadas. Depois de esterilizados esperou-se alcançar a temperatura ambiente para começar as diluições e as distribuições nas placas.

Foi pipetado 1 mL do mosto e adicionado em uma placa (10^{-0}), e em seguida pipetada 1 mL do mosto e colocado em um tubo de ensaio com 9 mL de água destilada e esterilizada formando a diluição 10^{-1} , depois pipetada desta diluição 1 mL desta solução e colocada em outro tubo de ensaio com 9 mL de água destilada formando a diluição a 10^{-2} , das diluições 10^{-1} e 10^{-2} foram retiradas 1 mL e adicionadas em 2 placas, foi adicionado o meio de cultura sendo homogeneizado e levado para estufa a 25°C por 48 horas foi realizado as contagens dos bolores e levedura produzidos do mosto fermentado.

4.4 BRUX DO MOSTO

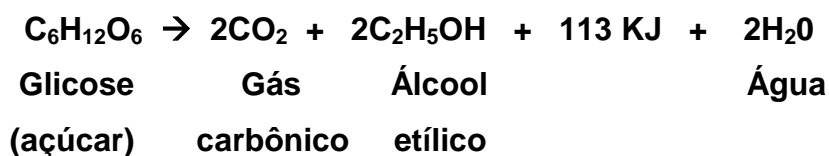
Com base nas informações obtidas nas análises foram realizados os seguintes cálculos:

- Brix inicial diminuído pelo Brix final.
- Quantidade de açúcar inicial multiplicado pelo Brix final e dividido pelo Brix inicial.

- E a quantidade de açúcar convertido multiplicado pelo valor do álcool dividido pela quantidade de açúcar inicial que vai produzir o álcool.
- E a quantidade de açúcar convertido multiplicado pelo valor do dióxido de Carbono (CO₂) dividido pela quantidade de açúcar inicial que vai produzir o CO₂.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A equação simplificada da fermentação pode ser descrita segundo Gay Lussac:



Fonte: F:\Unidade VII - Fermentação Alcoólica.mht

A reação que representa a utilização de glicose, uma molécula composta de 6 carbonos, foi comparada com a utilizada no procedimento realizado com sacarose que diferente da glicose contém 12 carbonos. Assim, por ter utilizado a sacarose deve de se adicionar 0,5 molécula de sacarose para se comparar com a da glicose. Durante a etapa inicial da fabricação da pinga da Mandioca, foi a realizada análise do valor de Brix do xarope (água+ polpa + açúcar) 28,5° Brix e por fim do mosto fermentativo 14,0°Brix. Podendo assim calcular-se a porcentagem do volume de álcool presente na bebida.

1- Diminuição do Brix inicial pelo Brix final

$$\begin{array}{r} 3000\text{g de açúcar} \text{ ----- } 28,5^\circ \text{ Brix Inicial} \\ \text{-----} 14,0^\circ \text{ Brix Final} \\ \hline \mathbf{14,5^\circ \text{ Brix}} \end{array}$$

No início do processo foram utilizados 3000g de açúcar a qual obteve um Brix inicial no valor de 28,5° Brix após o período de fermentação de 4 dias teve um Brix no valor de 14,0° Brix.

2- Açúcar convertido da fermentação final

$$\begin{array}{r} 3000\text{g de açúcar} \text{ -----} 28,5^\circ \text{ Brix} \\ \text{X} \quad \text{-----} 14,5^\circ \text{ Brix} \end{array}$$

$$\mathbf{X = 1.526,32\text{g de açúcar convertido em álcool e CO}_2\text{.}$$

Primeiro foi feita a diferença do valor do Brix inicial pelo o Brix final resultando em 14,5° Brix. Em seguida foi realizada uma regra de 3 simples onde 28,5° Brix estava para 3000g de açúcar que foi adicionado no inicio para encontrar quantos de açúcar estava para 14,5° Brix final. Isto levou ao resultado de 1.526,32g de açúcar restante.

3- Produção de álcool.

0,5g de sacarose -----0,486g de álcool
 1.526,32g açúcar convertido-----XX

X = 1486,6g de álcool

Então temos: 1.526,32g / 14.000g de mosto x 100 = **10.6% vol. de álcool produzido na fermentação.**

Conforme a Lei 10.970 de 12 de dezembro de 2004 preconiza que o teor alcoólico das bebidas definidas em Lei, com graduação alcoólica expressa em graus Gay Lussac, terão o seu teor alcoólico expresso em percentual (%) por volume, à razão de um para um (v/v) a 20°C (vinte graus Célsius). Aguardente adoçada – aguardente, adoçada com até um máximo de 3% ou um mínimo de 1% de sacarose.

4- Produção de CO₂

0,5g de sacarose-----0,464g dióxido de carbono
 1.526,32g açúcar convertido-----xx

X= 1416,42g de CO₂

O processo da fermentação durou em torno de 72 horas. As leveduras que promoveram a fermentação alcoólica converteram a sacarose em etanol e CO₂, de forma que, nesta técnica, toda massa de glicose está contida nos produtos. A cada 0,5g de sacarose são liberados 0,464g de dióxido de carbono, 0,486g de álcool, além de energia e 0,05g de compostos aromáticos voláteis.

O açúcar é a fonte principal de nutrientes para os microrganismos, ou seja, as leveduras, pois estas iram produzir enzimas responsáveis pela conversão do açúcar em álcool, CO₂ e alguns compostos aromáticos.

Pode-se verificar que nas diluições 10⁻⁰ e 10⁻¹ devido à alta concentração de leveduras não foi possível fazer a contagem. Já na diluição a 10⁻² obteve um resultado de 274 UFC/ ml (Tabela 1).

$$\frac{274}{10^{-2}} = 274 \times 10^{+2} = \mathbf{27.400 \text{ UFC/ml de bolores e Leveduras do mosto filtrado.}}$$

Tabela 1 - Resultados Microbiológicos de Bolores e Leveduras

Diluições	Resultados
10 ⁻⁰	Incontável
10 ⁻¹	Incontável
10 ⁻²	274 UFC/ml

Fonte: Adaptada Patricia Alves da Silva

Segundo Espinoza (2006), o volume inicial do mosto, quando sedimentado, equivale a 20% do volume. E a composição média do mosto equivale a 3,6 x 10⁹ UFC/mL de leveduras, 3,6 x 10⁴ UFC/mL de bactérias.

CONCLUSÃO

Os resultados da caracterização da aguardente de mandioca obtida a partir do mosto fermentado indicam a queda de concentração de açúcar inicial ao término da fermentação, convertendo-se em álcool na proporção de 10,6% em relação ao volume total do mosto e produção de 1416,42g de CO₂, dados semelhantes aos do mosto da cana-de-açúcar. A análise microbiológica do fermentado obteve resultado de 274 UFC/ml de levedura contagem microbiana no qual pode ser utilizada como cultura “starter” de novas fermentações, comparando-se com microbiota do mosto fermentado de aguardente de cana-de-açúcar o resultado é aproximado.

REFERÊNCIA

ALMEIDA, Jorge de; FILHO, José Raimundo Ferreira. **Mandioca**: uma boa alternativa para alimentação animal. Bahia Agrícola, v.7, n.1, set. 2005. Disponível em:< http://www.seagri.ba.gov.br/pdf/socioeconomia3_v7n1.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2012.

BARBOSA, Antusia dos Santos; ARAÚJO. et al. Avaliação do Perfil Microbiológico de Gelados - Comestíveis Comercializados em Campina Grande – Pb. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável Grupo Verde de Agricultura Alternativa (GVAA)**, v.5, n.3, p. 63 - 79 jul /set. de 2010. Disponível em:< <http://gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/viewFile/307/307>>. Acesso em: 22 mai. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009. **Regulamenta a Lei nº 8918, de 14 de julho de 1994**. Diário Oficial República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2009. p. 20. Disponível e:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8918.htm>. Acesso em: 05 mar. 2012.

BRASIL. Lei nº. 10.970 de 12 de novembro de 2004. Altera dispositivos da Lei no 7.678, de 8 de novembro de 1988, que dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho, e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.970.htm>. Acesso em: 26 jun. 2012.

CASSONI, Vanessa. **Valorização de Resíduo de Processamento de Farinha de Mandioca (Manipueira) por Acetificação**. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrônômicas Campus de Botucatu. Janeiro – 2008. Disponível em: <http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/bla/33004064021P7/2008/cassoni_v_me_botfca.pdf>. Acesso em: 04 mai. 2012.

CAVALLET, Luiz Ermindo; FERREIRA, Sila Mary Rodrigues; LIMA, Jair J de. et al Ocorrência do Processo de Fixação Biológica de N₂ Atmosférico na Fermentação de

Fécua de Mandioca. **Revista Ciência Tecnologia de Alimentos Campinas**, vol. 26, nº 3, p, 522 – 526, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/cta/v26n3/31750.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2011.

COSTA, Rogério Pinheiro da. et al. **Produção de Proteases por Fermentação no Estado Solido**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2011. Disponível em: <<http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/R0648-1.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2011.

CORAZZA, Marcos Luiz, RODRIGUES, Dina G., e NOZAKI, Jorge. **Preparação e Caracterização do Vinho de Laranja**. Departamento de Química, Universidade Estadual de Maringá Química Nova, vol. 24, nº. 4, p. 449-452, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v24n4/a04v24n4.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2012.

DIAS, Lúcia Carvalho Moreira. **Cultura engarrafada: a embalagem de cachaça comunicando a identidade do Brasil. O estudo de três embalagens brasileiras**. Mestranda da Universidade Paulista. São – Paulo, 2004. Trabalho apresentado à Sessão de Temas Livres. Disponível em: <<http://galaxy.intercom.org.br:8180/dspace/bitstream/1904/17064/1/R06611.pdf>>. Acesso em: 09 mar. 2012.

ESPINOZA, Leandro José Souza, **Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores de Cachaça: Aspectos Higiênico-Sanitários**, Lavras: Editora UFLA/FAEPE, 2006, 52p. Tecnologia da Cachaça. Universidade Federal de Lavras.

FARIA, José Barbosa. **Determinação dos compostos responsáveis pelo defeito sensorial das aguardentes de cana (*Saccharum ssp*) destiladas na ausência de cobre**. Tese – Universidade Estadual Paulista, Araraquara. Química Nova vol. 28 nº 3 São Paulo. 2005. Disponível em: <http://scholar.google.com.br/scholar?q=Determina%C3%A7%C3%A3o+dos+compostos+respons%C3%A1veis+pelo+defeito+sensorial+das+aguardentes+de+cana+&btnG=&hl=pt-BR&as_sdt=0>. Acesso em: 10 mar. 2012.

FERREIRA, Alexandre de Andrade; NETO, Francisco Radler de Aquino **A destilação simulada na indústria do petróleo**. Departamento de Química Orgânica, Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Cidade Universitária, Rio de Janeiro – RJ. Química Nova vol. 28 nº 3, p. 478-482. São Paulo. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/qn/v28n3/24139.pdf>>. Acesso em: 22 mai. 2012.

FERREIRA, Julia. **Trabalho de Química sobre Fermentação**. Colégio Estadual Senhor do Bonfim. 2007. Disponível em: <<http://julia3mcesb.blogspot.com.br/>>. Acessado em: 18 abr. 2012.

FILHO, Gilberto de Andrade Fraife. et al BAHIA, José Jorge Siqueira. Mandioca. **Revista de Saúde Coletiva**, vol. 21 nº 1 Rio de Janeiro 2011. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/mandioca.htm>>. Acesso em: 15 fev. 2011.

GUERRA, Isabela Alencar de Farias. **O Reconhecimento da Marca “Cachaça” como Produto Exclusivo Brasileiro: Um Estudo Aplicado ao Mercado da União Europeia**. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2005. Disponível em: <http://www.decon.ufpe.br/comex/dissertacoes/Isabela_Alencar_de_Farias_Guerra.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2012.

LEHNINGER, Albert Lester. **Lehninger Princípio de Bioquímica** / Albert Lester Lehninger; coordenação da tradução Arnaldo Antônio Simões, Wilson Roberto Navega Lodi. –4. ed. – São Paulo: Sarvier, 2006.

LIMA, Udson Amós. Produção de etanol. In: AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; **Biotecnologia: tecnologia das fermentações**. vol. 1, p. 48-69. São Paulo: Edgard Blücher BINAGRI, 1975. Disponível em: <<http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/>>. Acesso em: 10 out. 2011.

MAEDA, Roberto Nobuyuk; ANDRADE, Jerusa Souza. **Aproveitamento do Camu-Camu (*Myrciaria Dubia*) para Produção de Bebida Alcoólica Fermentada**. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA/CPTA, Manaus-AM, vol, 33 nº. 3,

p.489 – 498, 2003. Disponível em:
<<http://www.scielo.br/pdf/aa/v33n3/v33n3a14.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2011.

NOGUEIRA, Andressa Milene Parente; FILHO, Waldemar G. Venturine. **Aguardente de Cana**, Universidade Estadual Paulista UNESP Campus de Botucatu, 2005. Disponível em: <<http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=ACERVO.xis&method=post&formato=2&cantidadxpresion=mfn=030680>>. Acesso em: 16 abr. 2012.

OLIVEIRA, Rodrigo Hipólito Azevedo de; SUDO, João Tomizo. RESENDE, Miriam Maria de. **Estudo dos Processos de sacarificação, fermentação e destilação de cascas e pontas de mandioca no processo de obtenção de aguardente**. XII Seminário de Iniciação Científica da Universidade Federal de Uberlândia MG, 2008. Disponível em: <<https://ssl4799.websiteseuro.com/swge5/seg/cd2008/PDF/SA0810246.PDF>>. Acesso em: 28 mar. 2012.

SANTANA, Nívio Batista. **Eficiência da Hidrólise de Amido da Mandioca por Diferentes Fontes de Enzimas e Rendimento da Fermentação Alcoólica para a Produção de Etanol**. Dissertação (Pós Graduação) Universidade Federal de Viçosa - Programa em Ciência e Tecnologia em Alimentos. Minas Gerais, 2007. Disponível em: <http://200.145.140.50/html/CD_REVISTA_ENERGIA_vol7/vol21n32006/artigos/Irene%20Miuki%20Saito.pdf>. Acesso em: 10 out. 2011.

SORATTO, Alexandre Nixon. VARVAKIS, Gregorio. HORI, Jorge. A Certificação Agregando Valor à Cachaça do Brasil, **Revista Ciências Tecnologia em Alimentos Campinas**, vol. 27, nº 4, p. 681-687, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v27n4/02.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2012.

VALLE, Teresa Losada. FELTRAN, Jose Carlos. CARVALHO, Cassia Regina Limonta. **Mandioca para a Produção de Etanol**, Instituto Agronômico Campinas-SP. 2011. Disponível em: <<http://www.iac.br/Tecnologias/Rtanolmandioca/mandioca.pdf>>. Acesso em: 13 set. 2011.

VENTURINE FILHO, Waldemar G.; MENDES, Beatriz do Prado. Fermentação alcoólica de raízes tropicais. In: CEREDA, M. P. **Tecnologia, Uso e Potencialidade de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas**. [S.l.]: Editora Fundação Cargill, 2003. p. 530-575. 3 v. Disponível em: <http://books.google.com.br/books/about/Tecnologia_usos_e_potencialidades_de_tuberosas.html?id=XoH4ZwEACAAJ&redir_esc=y>. Acesso em: 01 set. 2011.

VIDAL, Maria Fatima. GONÇALVES, Marcos Falcão. **Produção de Cachaça na Área de Jurisdição do BNB: Mercado e Estrutura da Cadeia Produtiva**. XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Rio Branco – Acre, 2008. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/9/151.pdf>>. Acesso em: 09 mar. 2012.

GLOSSÁRIO

Amiláceas: Semelhante ao amido ou que contém amido.

Feculentas: Que contém fécula, que é substância extraída de tubérculos e raízes.

Maniva: Pedaco de rama de mandioca, com um olho, ou mais, destinado ao plantio.