

Estudo da fermentação do mosto de batata-doce para a produção de vodka saborizada com umbu-cajá

Study of the fermentation of sweet potato must for the production of vodka flavored with umbu-cajá

DOI:10.34117/bjdv7n9-052

Recebimento dos originais: 07/08/2021

Aceitação para publicação: 01/09/2021

Ádella Beatriz Brito Pereira

Graduanda em Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG
Rua Luiz Grande, s/n - Bairro Frei Damião – CEP: 58540-000 – Sumé-PB – Brasil
E-mail: beatrizb.pereira16@gmail.com

Edson Salvador da Silva Beserra

Graduando em Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG
Rua Luiz Grande, s/n - Bairro Frei Damião – CEP: 58540-000 – Sumé-PB – Brasil
E-mail: edsonsalvador36@gmail.com

Isadora Guedes Farias

Graduanda em Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Rua Luiz Grande, s/n - Bairro Frei Damião – CEP: 58540-000 – Sumé-PB – Brasil
E-mail: isadoragfarias@gmail.com

José Cordeiro do Nascimento Júnior

Graduando em Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG
Rua Luiz Grande, s/n - Bairro Frei Damião – CEP: 58540-000 – Sumé-PB – Brasil
E-mail: josecordeirojr99@gmail.com

Júlio Gabriel Oliveira de Lima

Graduando em Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Rua Luiz Grande, s/n - Bairro Frei Damião – CEP: 58540-000 – Sumé-PB – Brasil
E-mail: juliogabrieloliveira17@gmail.com

Marília Luciana Remígio Bezerra

Graduanda em Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Rua Luiz Grande, s/n - Bairro Frei Damião – CEP: 58540-000 – Sumé-PB – Brasil
E-mail: marilialoves2@gmail.com

Marina de Oliveira Brito

Graduanda em Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

Rua Luiz Grande, s/n - Bairro Frei Damião – CEP: 58540-000 – Sumé-PB – Brasil
E-mail: obritorarina@gmail.com

Jean César Farias de Queiroz

doutor em Biotecnologia

Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

Rua Luiz Grande, s/n - Bairro Frei Damião – CEP: 58540-000 – Sumé-PB – Brasil
E-mail: queiroz@ufcg.edu.br

RESUMO

A palavra vodka é o diminutivo da palavra voda, significado dado para “água” em eslavo. Esta é uma bebida alcoólica de origem russa, que apresenta um teor alcoólico de 40%, produzida a partir da fermentação submersa de cereais ou tubérculos seguida de destilação. É uma bebida apreciada no mundo inteiro e possui variação de técnicas de produção e matéria prima, de acordo com o local produzido. O trabalho teve como objetivo a produção de vodka artesanal saborizada com fruto regional: umbu-cajá, e realizar o estudo cinético do processo fermentativo, com a utilização do mosto de batata-doce, por meio do método de batelada, utilizando o microrganismo *Saccharomyces cerevisiae* como inóculo. O mosto foi inicialmente ajustado para 18 °Brix com a adição de sacarose no meio, após o inóculo e condução do processo fermentativo, ocorreu a inibição da levedura, encerrando o procedimento com 9,1°Brix. Ao fim da fermentação, foram feitas duas destilações, ambas no mesmo destilador. A primeira destilação foi interrompida ao chegar no teor alcoólico de 20° GL, já a segunda finalizou-se com um teor de 40° GL de álcool, no total do processo fermentativo, foram obtidos 8,024% de álcool no mosto. Após destilada, a vodka foi submetida ao carvão ativado para passar pelo processo de adsorção e logo após a filtração por coluna de carvão ativado e por fim foi saborizada com umbu-cajá. Para a realização desse processo, fez-se uma mistura de polpa de umbu-cajá com vodka, ambas comerciais, foi retirada uma porcentagem de volume da combinação (polpa de fruta e destilado) e adicionada à vodka artesanal.

Palavras-chave: Cinética Fermentativa. Fermentação. Vodka. Umbu-Cajá.

ABSTRACT

Vodka is the diminutive of “voda”, meaning given to "water" in Slavic. This is an alcoholic beverage of Russian origin, which has an alcoholic strength of 40%, produced from submerged fermentation of cereals or tubers followed by distillation. It is a drink appreciated all over the world and it has a variation of production techniques and raw materials, according to the place produced. The work aimed to produce artisanal vodka flavored with regional fruit: umbu-caja, and perform kinetic study of the fermentation process, with the use of sweet potato wort, through the batch method, using the microorganism *Saccharomyces cerevisiae* as an inoculum. Wort was initially adjusted to 18°Brix with addition of sucrose in environment, after inoculation of the yeast and conduction of fermentative process, inhibition of yeast occurred, closing the procedure with 9.1°Brix. At the end of fermentation, two distillations were made, both in the same distiller. First distillation was reach alcohol content of 20° GL, second was completed with a content of 40° GL alcohol, alcohol, in total fermentation process, 8.024% of alcohol was produced in the must. After distilled, vodka was activated carbon to pass through the adsorption process and soon after filtration by column of activated carbon and finally was flavored with umbu-cajá. To accomplish out this process, a mixture of

umbu-cajá pulp and vodka, both commercial, was volume percentage of combination (fruit pulp and distillate) and added to the artisan vodka.

Keywords: Fermentative kinetics. Fermentation. Vodka. Uumbu-cajá.

1 INTRODUÇÃO

A palavra vodka é o diminutivo da palavra voda, significado dado para “água” em eslavo. A produção da bebida iniciou-se na Rússia e teve um significado muito maior do que “apenas uma bebida”, mas ganhou um significado social, econômico e político, por trazer “alívio” em meio a população russa menos favorecida (CHRISTIAN, 1990). Vodka é definida como uma bebida alcoólica destilada, transparente, sem cheiro e sem sabor, a produção do álcool é derivado da fermentação provida de cereais ou tubérculos usando carboidratos como fonte de energia (PAULEY; MASKEL, 2017).

A batata-doce é uma espécie dicotiledônea pertencente à família *Convolvulaceae*, do gênero *Ipomoea*, da espécie *Ipomoea batatas*. Apresenta uma ótima produção de biomassa e seu teor de carboidratos varia entre 25% a 30%, dos quais 98% desses são facilmente digeríveis. A batata-doce é capaz de produzir etanol de 2 a 3 vezes mais que o milho, possui uma produção próxima à quantidade referente a da cana-de-açúcar, e é uma alternativa barata em relação aos tubérculos (RISSO, 2014).

No processo de fermentação alcoólica ocorre a transformação dos açúcares em etanol com liberação de gás carbônico na presença de microrganismos fermentativos (em condições ideais para o microrganismo fermentador). As leveduras são os microrganismos utilizados em escala mundial na indústria, dentre as quais, a espécie *Saccharomyces cerevisiae* é a mais veiculada. É um organismo eucarionte unicelular pertencente ao Reino Fungi, com capacidade de crescimento sob condição anaeróbia. É usado como fermento biológico por liberar dióxido de carbono, possibilitando o crescimento e possui grande participação na indústria de bebidas para a produção de cerveja e vinho (RISSO, 2014).

A fermentação por batelada ou processo descontínuo de fermentação ocorre com a solução nutriente esterilizada no fermentador, inoculada com microrganismo e incubada de forma que a fermentação ocorra sob condições ótimas, no decorrer do processo nada é adicionado (SCHMIDELL *et al.*, 2011). A fermentação pode ser interrompida por uma variedade de fatores que influenciam diretamente no processo, dentre eles estão: pH, temperatura, substrato (no substrato pode conter substâncias que inibem a produção de

álcool, além disso, altas concentrações de açúcares que podem exercer ação inibitória sobre a fermentação alcoólica), oxigênio, etanol (altas concentrações de etanol inibem o processo), viabilidade celular ou contaminação bacteriana (STECKELBERG, 2001).

A destilação é o processo no qual ocorre a separação e seleção dos produtos de acordo com as temperaturas de ebulição ou de mudança de fase do componente. Separa-se as substâncias voláteis das não voláteis ou fixas. A bebida destilada pode ser dividida em três frações: destilado de “cabeça” formada pelos compostos mais voláteis, normalmente é descartada por conter vários componentes de aroma e álcoois diferentes do etanol, indesejados no produto; destilado de “coração” é a porção intermediária, apresenta a menor quantidade de substâncias indesejáveis, conseqüentemente é a melhor fração do destilado; destilado de “cauda”, conhecida como “água fraca” é a última porção destilada, geralmente é descartada. A dupla destilação ou bidestilação é um processo que consiste em realizar duas destilações sucessivas, permitindo uma qualidade do produto superior comparando com o processo de destilação única, com baixa acidez e características sensoriais mais agradáveis (SOUZA, 2009).

Um dos passos mais importantes para a produção da vodka clássica é a utilização do carvão ativado para eliminar substâncias orgânicas da solução de etanol e garantir a catálise de várias substâncias químicas. A base desse processo é a adsorção de impurezas e componentes aromatizantes, com carvão ativado, no qual realiza-se uma mistura do carvão com o etanol e finaliza-se com a filtração das partículas sólidas. A duração do processo depende do tipo e da qualidade do carvão vegetal (CZECH JOURNAL OF FOOD SCIENCES, 2012).

O umbu-cajá é o fruto originário da planta umbu-cajazeira, que pertence à família *Anacardiaceae*, ao gênero *Spondia* e a espécie *S. tuberosa*, é considerado um híbrido natural entre o umbuzeiro e a cajazeira, encontrado em estados no Nordeste. O fruto é caracterizado como uma drupa arredondada de cor amarela, casca fina e lisa. Possui excelente sabor e aroma, boa aparência e qualidade nutritiva, muito consumido na forma “*in natura*” (LIMA *et al.*, 2002).

O objetivo deste trabalho foi produzir a vodka utilizando a batata-doce e a partir desta, analisar a cinética enzimática da fermentação alcoólica, trazendo deste modo, uma inovação com características regionais do nordeste brasileiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no laboratório de Biotecnologia, da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), no Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido (CDSA), Campus de Sumé. Para a realização da produção da vodka “Avexada”, utilizando como referência as metodologias de Gastoni Filho (2010) e Menezes (2014) adaptando a metodologia às condições de trabalho.

2.1 MATÉRIA-PRIMA

Para a produção da vodka foram utilizados: batata-doce, levedura, água, sacarose, vodka comercial Paloff e polpa de umbu-cajá para saborização. Todos esses foram adquiridos no comércio local da cidade, Sumé-PB.

2.2 PROCESSAMENTO DA MATÉRIA-PRIMA

Com a proporção de 1 kg de batata-doce para 1 litro de água, iniciou-se o processo de trituração. Em seguida, foi feito o processo de gelatinização (processo irreversível de cozimento da batata, a qual ocorre a quebra das pontes de hidrogênio nas zonas cristalinas, penetrando água nas micelas aumentando o grânulo) por 1 hora a 100°C. Ao final do processo efetuou-se a filtração manual por via de tecido de algodão.

2.3 FERMENTAÇÃO

2.3.1 Inóculo

Para o inóculo foi utilizada a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, produzida pela empresa Dr. Oetker, obtida no comércio local da cidade Sumé-PB, na proporção de 10 gramas de fermento biológico para cada litro de mosto.

2.3.2 Inoculação

Depois de centrifugado o caldo apresentou um volume de 7500 mL, e teve °Brix inicial 16, que foi ajustado para 18 °Brix, com sacarose. O caldo foi autoclavado a 121°C e 1 atm, durante 15 minutos. Posteriormente, foi transferido para fermentadores devidamente esterilizados e logo após, o inóculo foi adicionado, o procedimento foi realizado em câmara de fluxo laminar para evitar a contaminação do meio de cultura.

2.3.3 Análise do fermentado

Foi retirado uma alíquota de 5 mL a cada 24 horas durante os 5 dias de análise do fermentado.

Para a análise do teor de açúcares, foram centrifugados 2 mL desta amostra por 10 minutos a 2000 rpm com o objetivo de separar o precipitado do sobrenadante (sendo indispensável para a verificação do °Brix a retirada do sobrenadante).

Para análise do peso seco, pesou-se o papel filtro antes da adição da alíquota de 3 mL, desta maneira, o papel com a amostra foi levado para a bomba a vácuo para retirar o excesso do líquido, e em seguida levado a estufa. Após o tempo de secagem de 24h, o papel com a biomassa seca foi pesado novamente e descontado o peso do papel de filtro utilizado.

2.4 DESTILAÇÃO

Ao término da fermentação, o mosto foi submetido à destilação, em um alambique artesanal, com baixo fornecimento de calor, a fim de atingir a temperatura de destilação. Para o processo de condensação do álcool foi necessária a vazão constante de água para o resfriamento da serpentina. A primeira destilação foi encerrada ao chegar a um teor alcoólico de 20°.GL, já a segunda foi finalizada ao atingir 40°. GL, verificados em densímetro para álcool.

A cada destilação foi necessário a retirada da cabeça (correspondente a 5% do volume total do caldo fermentado), ficando o coração, tratando-se da parte de interesse da destilação, que tem ponto de ebulição em torno de 78,4°C, o líquido restante no destilador é correspondente a cauda que foi descartada.

2.5 CÁLCULO DE RENDIMENTO

Foi calculado o rendimento da fermentação utilizando a equação $R = ((Q_e)/(Q_t)) * 100$, onde Q_e expressa a quantidade experimental de etanol produzido (gramas de etanol produzido / Litros de mosto), e Q_t a quantidade teórica de etanol produzido (gramas de etanol teórico produzido / Litros de mosto teórico).

2.6 ADSORÇÃO E FILTRAÇÃO

O destilado passou por um processo de retificação em carvão ativado, misturou-se o carvão ativado com o etanol (destilado) com a proporção de 50g para cada litro, pelo tempo de 168h, para proporcionar as características básicas da vodka (inodora e incolor).

Para a realização da filtração, utilizou-se uma coluna de carvão ativado, a temperatura ambiente, pela a qual toda a vodka foi submetida, após o término do processo o destilado começou a ser engarrafado em recipientes de vidro e vedadas.

2.7 SABORIZAÇÃO

Com a finalidade de saborização, foi usada a polpa comercial de umbu-cajá da marca “nossa fruta Brasil”. Usou-se 1 litro de polpa para 1 litro de vodka comercial Paloff, após a mistura, o líquido foi armazenado durante 60 dias. Na vodka artesanal empregou-se 35% da mistura (vodka e polpa), deixando assim a vodka intitulada “Avexada” (Figura 1) com um sabor da fruta.

Figura 3– Vodka avexada após processo de saborização e envase.

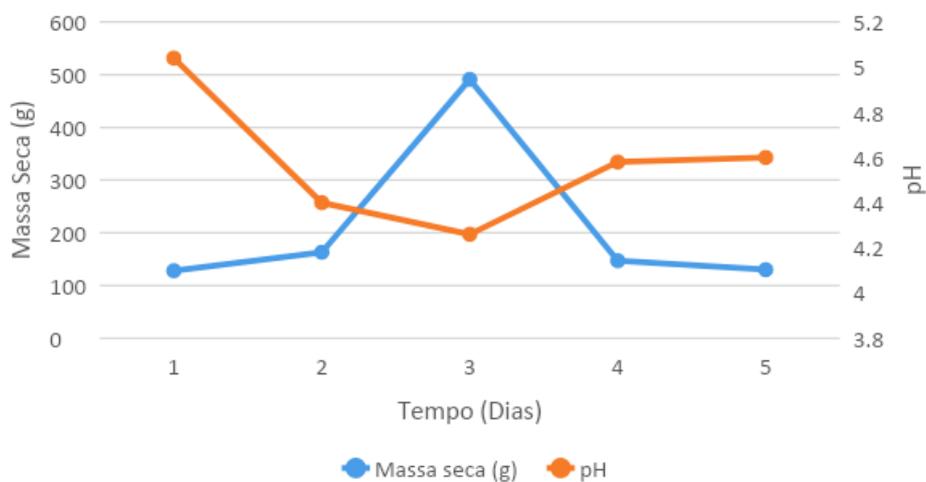


Fonte: Dados da pesquisa (2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O volume de mosto inoculado foi de 7500 mL, produzindo após o fim do processo de fermentação e bidestilação, 970 mL de álcool equivalente a 12,9% do produto final extraído.

Figura 2 – Análise da variação da Massa Seca e do pH durante o processo fermentativo do mosto de batata-doce pela levedura *Saccharomyces cerevisiae*.



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

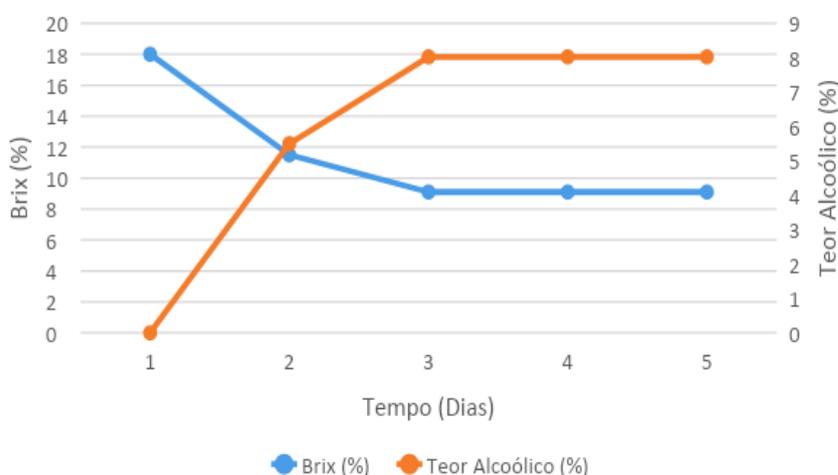
A Figura 1 ilustra os dados obtidos da variação da massa seca e pH durante os 5 dias de análise da fermentação. Pode-se observar um leve aumento da biomassa do primeiro dia para o segundo, pois a levedura estava em um período de adaptação ao meio, essa fase é comumente chamada de fase LAG, já no período do segundo dia para o terceiro houve um aumento exponencial da massa seca, devido à grande concentração de nutrientes no meio (fase LOG). A partir do terceiro dia de fermentação não houve aumento da massa seca, e sim uma diminuição, isso geralmente ocorre em batelada, pois segundo Steckelberg (2001) a fermentação é considerada concluída quando cessa a atividade da levedura por falta de nutrientes ou por excesso de produto inibidor (etanol), ou seja, quando a concentração de etanol no fermentado é muito elevada, as células entram na fase de morte celular, e o processo fermentativo é considerado encerrado.

O pH é um fator significativo para as fermentações industriais devido à sua importância tanto no controle da contaminação bacteriana quanto ao seu efeito sobre o crescimento da levedura, taxa de fermentação e formação de subprodutos. O pH ótimo para a produção de etanol pela levedura comercial situa-se, geralmente, na faixa de 4 a 5. Aumentando-se o pH até 7, observa-se, via de regra, uma diminuição do rendimento em etanol, com aumento da produção de ácido acético (STECKELBERG, 2001). Foi visualizado experimentalmente a relação entre pH e massa seca, analisando a Figura 1 é possível observar que quando houve crescimento da massa celular, do primeiro ao terceiro dia, o pH diminuiu inversamente proporcional ao crescimento microbiano, já do terceiro ao quinto dia o pH aumentou proporcionalmente à queda na massa seca, isso acontece

por conta de lançamentos de metabólitos secundários, como por exemplo ácido lático, o que reduz o pH do meio.

Não ocorreu grandes variações do pH durante o processo fermentativo, ele se manteve durante todo o processo numa faixa de 4,26 até 5,04, ou seja, bem próximo da faixa de pH considerado ótimo para a produção de etanol pela levedura. Logo é possível afirmar que o pH se manteve numa parcela bastante produtiva para a levedura, e em uma faixa ácida, evitando assim contaminação por bactérias.

Figura 3– Análise da variação dos parâmetros (Grau Brix e Teor Alcoólico) durante o processo fermentativo durante os dias de análise.



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

De acordo com a análise da Figura 2, o teor de sólidos solúveis (°Brix) teve uma diminuição do valor de 18 para 11,5 no segundo dia de fermentação, correspondendo a redução de 34,2%, indicando que houve um grande consumo de açúcares pelas leveduras. No terceiro dia foi apontado no gráfico uma queda do último valor anteriormente citado para 9,1, o que representa 50,5% da quantidade inicial de sólidos (açúcares) solúveis. Em relação ao teor alcoólico, obteve-se um aumento de 5,501% do primeiro para o segundo dia, e no terceiro foi para 8,024% permanecendo constante até o último dia de fermentação.

O valor do teor alcoólico cresceu inversamente proporcional ao °Brix, ou seja, à medida que a levedura consumia os carboidratos do meio ela os transformava em álcool como é indicado nas linhas do gráfico, mostrando assim o ponto de intersecção no segundo dia. Desta forma, nota-se que a concentração de substrato começou a decrescer, pela ação dos microrganismos, verificando-se um decaimento acentuado durante os

primeiros dias e mais lento posteriormente, devido à presença de maiores concentrações de etanol (ANDRADE *et al.*, 2013). Logo, a possível explicação para o teor alcoólico permanecer constante é o fato de se tratar de um processo realizado à batelada, ou seja, não houve adição de caldo fazendo com que o produto virasse inibidor da levedura, não permitindo que as mesmas produzissem mais álcool, mesmo ainda os carboidratos não sendo totalmente consumidos. Caso contrário, haveria mais variações em relação ao teor alcoólico e °Brix.

O teor alcoólico obtido após a destilação final foi de 40° GL, ou seja, a vodka produzida está dentro dos parâmetros estabelecidos na legislação brasileira, segundo o art.61 da lei 8.918/1994 que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas.

A partir do cálculo de rendimento do processo fermentativo ($R = ((970 \text{ mL de álcool } 40\%)/(1513,3 \text{ mL de álcool } 40\%))*100 = 64,1\%$), obteve-se uma porcentagem no valor de 64,1%. No estudo de Menezes (2014), sobre leveduras com dois tipos de tratamentos, foi encontrado ao final de 48 horas uma quantidade de etanol de 4,8% v/v, produzida sem adição de sacarose. No Tratamento 2, em que foi acrescentado sacarose, o biológico ao final da fermentação foi produzido mais etanol (9,2% v/v). Essa diferença cinética de produção de etanol entre os tratamentos pode ser em virtude do fator de inibição por falta de concentração de açúcares ao adicionar sacarose ao meio. Para o nosso experimento, em que houve a adição de sacarose, obtivemos 8,024% v/v de etanol, deste modo, se não fosse efetuado o acréscimo do referido substrato, a porcentagem de álcool seria inferior à atingida.

Este mesmo processo, em descontínuo alimentado poderia obter rendimento maior, a partir do maior consumo dos carboidratos.

Não foram realizadas análises sensoriais com participação de voluntários, entretanto, a bebida apresentou cor e aroma que ressaltam as características sensoriais do umbu-cajá.

Para a produção em nível industrial, seria necessário estudar métodos em que a levedura consuma uma quantidade maior de substrato, o que aumentaria o rendimento da fermentação, e também estudar uma faixa “ótima” de °Brix na qual a levedura irá produzir mais etanol.

4 CONCLUSÃO

O processo fermentativo para a produção da vodka durou 3 dias, possuindo então teor alcoólico de 40° GL. O pH do caldo produzido se manteve em uma faixa adequada à levedura, favorecendo o desenvolvimento da mesma. A bidestilação, seguida da retificação retirou as substâncias aromatizantes da vodka produzida, deixando-a em condições características da vodka. Notou-se que a partir da centrifugação ou filtração no início do mosto, ocasionou a aceleração da produção do álcool, pois a levedura encontrou maior facilidade para consumir os açúcares do caldo.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. B. de et al. **Fermentação Alcoólica e Caracterização de Fermentado de Morango**. III Simbbtec, Maringá-PR, v. 2, n. 3, p.265-268, jan. 2013. Semanal. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/bbr/article/view/15806/12957>>. Acesso em: 24 maio 2019.

CHRISTIAN, D. *Vodka before the Nineteenth Century: Vodka before the nineteenth Century*. In: CHRISTIAN, D. *Living Watter: Vodka and Russian Society on the Evi of Emancipation*. New York: Oxford, 1990. p. 7-7.

CZECH JOURNAL OF FOOD SCIENCES. República Checa: Formerly Potravinářské Vědy, v. 30, n. 5, 2012. Bimestral. Disponível em: <https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/361_2011-CJFS.pdf>. Acesso em: 27 maio 2019.

GASTONI FILHO, W. V. **BEBIDAS ALCOÓLICAS: Ciência e tecnologia**. São Paulo: Blücher, 2010. 1 v.

LIMA, Eliza Dorotea Pozzobon de Albuquerque et al. **CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DOS FRUTOS DA UMBU-CAJAZEIRA (Spondias spp) EM CINCO ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO, DA POLPA CONGELADA E NÉCTAR**. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal, São Paulo, v. 24, n. 2, p.338-343, ago. 2002. Trimestral. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbf/v24n2/a13v24n2.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2019.

MENEZES, A. G. T. **Produção de vodka a partir de batata (Solanum tuberosum L.) cultivar ágata**. 2014. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Ciências dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2014. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/2404/2/DISSERTACAO_Produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20vodca%20a%20partir%20de%20batata%20%28Solanum%20tuberosum%20L.%29%20cultivar%20%C3%A1gata.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2019.

PAULEY, M.; MASKEL, D. Mini-review: **The role of Saccharomyces cerevisiae in the production of gin and vodka**. 2017. Disponível em: <https://pureapps2.hw.ac.uk/ws/portalfiles/portal/15376769/Pauley_and_Maskell_2017_beverages_03_00013_2_.pdf>. Acesso em: 24 maio 2019.

PEREIRA, A. R. F. B. **Produção de bebidas espirituosas tendo como base a destilação artesanal**. 2018. Disponível em: <<https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/59242>>. Acesso em: 24 maio 2019.

POLPA CONGELADA E NÉCTAR. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal, São Paulo, v. 24, n. 2, p.338-343, ago. 2002. Trimestral. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbf/v24n2/a13v24n2.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2019.

RISSO, R. dos S. **Etanol de Batata-doce: Otimização do pré-processamento da matéria-prima e da hidrólise enzimática**. 2014. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do

Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Cap. 2. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/97255>>. Acesso em: 25 maio 2019.

SCHMIDELL, W. et al. **Biotecnologia Industrial**. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2011. 541 p. (2).

STECKELBERG, C. **Caracterização de leveduras de processos de fermentação alcoólica utilizando atributos de composição celular e características cinéticas**. 2001. 202 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Desenvolvimento de Processos Biotecnológicos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas - São Paulo, 2001. Cap. 1. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/267641/1/Steckelberg_Claudia_D.pdf>. Acesso em: 25 maio 2019.

SOUZA, P. A. de. **Produção de aguardentes de cana-de-açúcar por dupla destilação em alambique retificador**. 2009. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências, Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2009. Cap. 2. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-10112009-140837/en.php>>. Acesso em: 25 maio 2019.