

Faculdade Nilo De Stéfani
Trabalho de Graduação

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA “PAULA SOUZA”
FACULDADE NILO DE STÉFANI DE JABOTICABAL - SP (Fatec-JB)
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM BIOCOMBUSTÍVEIS**

**PRODUÇÃO DE ETANOL A PARTIR DO SORO RESIDUAL DO QUEIJO
COALHADO**

PAULO CESAR OSPEDAL

PROF.A ORIENTADORA: MS. RITA DE CASSIA VIEIRA

PROF. COORIENTADOR: DR. TADEU TOMIO SUDO

PROF. COORIENTADOR: MARCIO CRISTIAN SANDRO DOS SANTOS

JABOTICABAL, S.P.

2024

Faculdade Nilo De Stéfani
Trabalho de Graduação

PAULO CESAR OSPEDAL

**PRODUÇÃO DE ETANOL A PARTIR DO SORO RESIDUAL DO QUIEJO
COALHADO**

Trabalho de graduação (TG) apresentado à Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB), como parte dos requisitos para a obtenção do título de tecnólogo em biocombustíveis.

Orientadora: Profa. **Ms. Rita de Cassia Vieira**

JABOTICABAL, S.P.

2024

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Ospedal, Paulo Cesar

Produção de etanol a partir do soro residual do queijo coalhado / Paulo Cesar Ospedal — Jaboticabal: Fatec Nilo de Stéfani, 2024.

Orientador: Rita de Cassia Vieira

Trabalho (graduação) – Apresentado ao Curso de Tecnologia em Biocombustíveis, Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani - Jaboticabal, 2024.

1. Biocombustíveis. 2. Produção De Etanol. 3 Soro Residual. I. Vieira, Rita de Cassia. II. Produção de etanol a partir do soro residual do queijo coalhado.

PAULO CESAR OSPEDAL

**PRODUÇÃO DE ETANOL A PARTIR DO SORO RESIDUAL DO QUEIJO
COALHADO**

Trabalho de Graduação (TG) apresentado à Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB), como parte dos requisitos para a obtenção do título de tecnólogo em biocombustíveis.

Orientador: Rita de Cassia Vieira

Data da apresentação e aprovação: 26 / 11 / 2024.

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA

Presidente e Orientador: Ms. Rita de Cassia Vieira

Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB)

Segundo membro da banca examinadora: Dr. Tadeu Tomio Sudo

Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB)

Terceiro membro da banca examinadora: Marcio Cristian Sandro dos Santos

Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB)

Local: Faculdade de Tecnologia Nilo de Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB)

Jaboticabal – SP – Brasil

PRODUÇÃO DE ETANOL A PARTIR DO SORO RESIDUAL DO QUEIJO COALHADO

ETHANOL PRODUCTION FROM THE RESIDUAL WHEY OF CURDED CHEESE

Paulo Cesar Ospedal^I
Rita de Cassia Vieira^{II}

RESUMO

A obtenção de etanol a partir do soro de leite é uma alternativa sustentável que aproveita um subproduto da indústria láctea, rico em lactose, para gerar um biocombustível. O processo envolve etapas de seleção de matéria prima de alta qualidade, preparo do resíduo proveniente da indústria, fermentação da lactose por microrganismos selecionados para melhor obtenção de teor de etanol e destilação dele, a fim de compreender um biocombustível sustentável e limpo. A metodologia aplicada no artigo é de revisão bibliográfica, onde outras publicações foram analisadas para a identificação e estudos similares. Tendo assim um aproveitamento de resíduos que poderiam causar impacto ambiental de descarte, uma produção de energia renovável e sustentável, e, por fim, promover uma economia circular com maior eficiência na cadeia produtiva do leite.

Palavras-chave: Biocombustíveis; Leite; Microrganismos Fermentativos; Produção De Etanol; Queijo; Soro Residual.

ABSTRACT

Obtaining ethanol from whey is a sustainable alternative that uses a byproduct of the dairy industry, rich in lactose, to generate biofuel. The process involves stages of selecting high-quality raw materials, preparing the residue from the industry, fermenting the lactose by selected microorganisms to obtain a better ethanol content, and distilling it, in order to understand a sustainable and clean biofuel. The methodology applied in the article is a bibliographic review, where other publications were analyzed to identify similar studies. Thus, there is a use of waste that could cause environmental impacts due to disposal, a production of renewable and sustainable energy, and, finally, promoting a circular economy with greater efficiency in the milk production chain.

Keywords: Biofuels; Cheese; Ethanol Production; Fermentative Microorganisms; Milk; Residual Whey.

Data de submissão do artigo: 27/11/2024.

Data de aprovação do artigo: 26/11/2024.

^I Dados do autor: Estudante do Curso Superior de Tecnologia em Biocombustíveis da Fatec Jaboticabal. E-mail: paulo_ospedal@outlook.com.br

^{II} Dados do autor: Prof.^a Ms. do Curso Superior de Tecnologia em Biocombustíveis da Fatec Jaboticabal. E-mail: pro.ritacvm@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A fabricação de queijos se deu início a partir da domesticação de animais que podem produzir leite, quando se tinha a sobra da ordenha sendo mais que o necessário para o consumo, eram armazenados em depósitos para consumo posterior. Feito esse armazenamento observou que o leite se transformava em coágulo e soro. A coalhada assim que constituída é separada do soro e salgada, tendo como obtenção o queijo primitivo, simples. (CAJES, 2024)

Desde o queijo primitivo, até os padrões de alto nível, conhecidos atualmente, suas evoluções têm sido de maneira lenta, assim como todo processo industrial.

Os processos de fabricação são difundidos e conhecidos, a diversidade atual de queijos pode ultrapassar 1000 (mil) tipos distintos, entretanto as etapas de processamento e os ingredientes, são, em sua maioria, os mesmos, com peculiaridades entre eles. (PERRY, 2003)

Pesquisadores apontam ainda a utilização desse soro, separado do processo de fabricação de queijos, com aplicação do soro do leite para a produção de etanol.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O soro residual do leite é produzido na fabricação de queijos. Com a utilização de microrganismos, como bactérias e enzimas, o leite é suspenso em forma de coalhado (parte sólida) e soro (parte líquida). O coalho resultante se tornará, posteriormente, o laticínio “queijo”, e o soro é considerado resíduo do processo e é comumente descartado. Entre tudo, a constituição desse resíduo se divide em duas partes, 93% são constituídos de água basicamente (parte líquida) e somente 7% de matéria seca (parte sólida), da qual 71% são lactose, 10% são proteína bruta (PB), 12% são gordura e 11% são sais minerais; contudo, este excedente de matéria seca pode fornecer um subproduto de tecnologia como combustível, utilizando o açúcar presente do leite, a lactose, transformando-o em etanol. (BRASIL, 2006)

2.1. Origem da produção do queijo

Segundo a revista digital Dicionário Etimológico (2024), “a palavra queijo, trazida do latim como “*caseus*”, da qual a palavra se refere a caseína também é derivada. A fonte primária de sua origem pode ter vindo do protoindo-europeu “*kwat*”, significando “fermentar, tornar-se azedo”.”

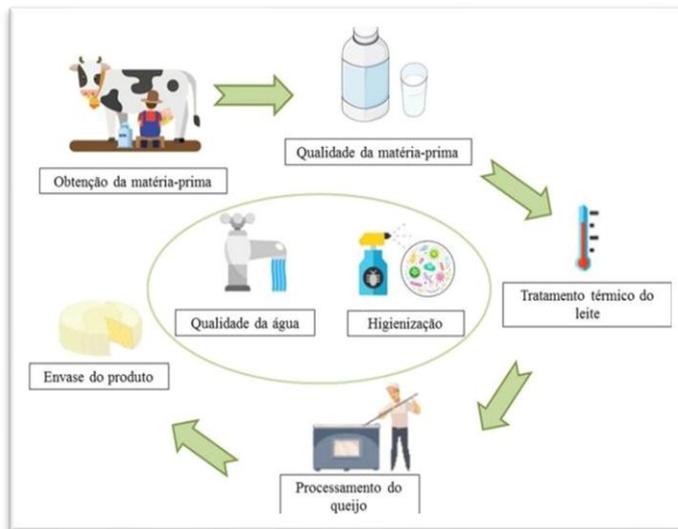
O queijo é um produto lácteo de diferentes tipos, sabores e formas em todo o mundo. É aceitável dizer que sua fabricação se deu início há mais de 8.000 (oito mil) anos, no crescente fértil, período de plantio e colheita de grãos, entre os rios Tigres e Eufrates, no Iraque, com a conhecida revolução agrícola, ocorrendo assim a domesticação de animais e cultivo de plantas para o consumo humano. O leite é uma excelente fonte de nutrientes para algumas bactérias que o contaminam, dentre elas, existem um conjunto de bactérias que utilizam de seu açúcar (lactose) como fonte de energia para produção do ácido lático, sendo conhecidas como bactérias lácticas, ou bactérias ácido-láticas (BAL), são constituintes de um grupo associados a plantas, carnes e laticínios, gerando produtos como leites fermentados, queijos e iogurtes, bem como processamento de carnes, bebidas alcoólicas e vegetais. (PERRY, 2003)

2.2. Fabricação de queijos e resíduos

O processo de fabricação iniciasse partido da matéria-prima (leite), sendo padronizado pelo controle de qualidade. Figura 1, “segundo Bonfim (2022, p.2) ‘demonstra que de acordo com o conforme o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem

Animal (RIISPOA) do Ministério da Agricultura e Pecuária de Abastecimento, o leite é um produto oriundo da ordenha completa e ininterrupta, de animais saudios, bem alimentados e descansados, em condições de higiene.”, realizando no conforme análises como teor de gordura, densidade, acidez, teor de álcool, alizarol, crioscopia, teor de proteína, pH, extrato seco e desengordurado, detecção de antibióticos, entre outras transformando assim a matéria-prima de qualidade elevada.

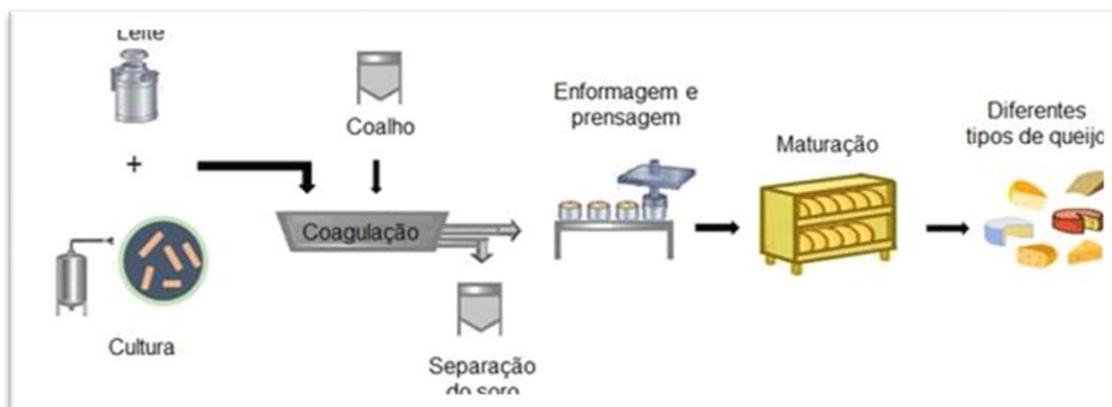
Figura 1: Obtenção da matéria-prima



Fonte: Adaptado de MilkPoint LIPA/UFV, 2021

Posteriormente ao processo de qualidade, o leite já padronizado passa pelo processo de tratamento térmico onde recebe a incidência de calor a uma estimativa de temperatura entre 72 há 75°C durante o período de 15 a 20 segundos, com o objetivo de pasteurizar sem a degradação de suas propriedades e segurança sanitária. Após a formação de sólidos em meio aquoso, iniciasse a fabricação do laticínio (queijo), tirando assim o soro residual, composto principalmente de água, proteínas, vitaminas, minerais e lactose (açúcar a ser utilizado para produção de etanol). Finalizando o processo de fabricação temos o envase, onde o sólido da coagulação é enformado e maturado. Figura 2

Figura 2: Processamento industrial dos queijos



Fonte: Adaptado de MilkPoint LIPA/UFV

2.3. Utilização do soro residual

Pesquisas realizadas em diversas universidades nacionais e internacionais vem trazendo uma reutilização do soro proveniente da fabricação de laticínios; diversas empresas têm descartado esse resíduo rico em proteínas, vitaminas, minerais e lactose, entretanto, outros produtores têm utilizado o mesmo para a fabricação de outros produtos alimentícios sendo eles iogurtes, sorvetes, sumiri, achocolatados, entre outros. (BRASIL, 2006)

Visando dessa forma de reutilizar o resíduo do soro, tendo em vista uma alta variedade de subprodutos, pesquisadores de diversas universidades tem se dedicados a estudos voltados a esse subproduto.

Entretanto, para se fabricar etanol com o soro do leite, matéria prima passa por biodigestores com leveduras de gênero *Kluyveromyces*, depois desse processo, o líquido é fermentado e destilado posteriormente, gerando assim o biocombustível. Sendo os analistas, esse processamento acaba se tornando mais eficiente se comparado com a utilização da cana-de-açúcar, com a vantagem de não gerar resíduos, por exemplo o bagaço. O professor responsável pela coordenação da pesquisa ainda afirma que é importante encontrar novos meios de reaproveitamento e, também, oferecer novas oportunidades de obtenção de etanol. (LACERDA, 2002)

No entanto, não foram realizados testes de averiguação de viabilidade econômico para a implantação do método, tentando assim conseguir apoio de parceiros para propor em escala industrial.

2.4. Microrganismos

Os microrganismos estão presentes da alimentação humana desde a época em que vivia da coleta frutas. Quando a aplicação agrícola se estabeleceu, as colheitas serviam de processo para produzir bebidas e alimentos, onde as leveduras exerciam parte essencial para o processo. Casas de fermentação e panificadoras estão registradas em esculturas e papiros do Antigo Egito. As aplicações biotecnologias das leveduras atualmente são apresentas na tecnologia ambiental (tratamentos e remediações de resíduos como esgotos e lixo, subprodutos industriais, bioabsorção de metais e controle biológico), e em pesquisas de grande importância (biologia celular e molecular, metabolismo de drogas, bioquímica e genética); nas empresas de fermentação (vinhos, cerveja, pão, saquê e bioetanol) e na produção de agentes fármacos de importância a saúde humana. Os microrganismos mais utilizados e comuns para a fabricação de etanol e bioetanol são as leveduras dos gêneros *Saccharomyces* e *Kluyveromyces*, e o fungo do gênero *Aspergillus*. (LACERDA, 2002)

Com a utilização não apenas das leveduras, os fungos também apresentam um papel importante nestes processos fermentativos para obtenção de etanol do soro, como o fungo *Aspergillus oryzae*, sendo ele um fungo filamentososo de ampla utilização em biotecnologia e na indústria alimentícia, especialmente no processo de fermentação. O *A. oryzae* é conhecido por sua capacidade de fermentar uma variedade de substratos orgânicos, usado na produção de fermentados como *shoyu* (molho de soja) e o *miso* (pasta de soja fermentada), especialmente em culturas asiáticas. Durante a fermentação, o fungo decompõe as amidos e proteínas presentes na matéria prima, liberando enzimas como as amilases, lipases e proteases. Figura 3 (MAESTROVIRTUALE, 2024)

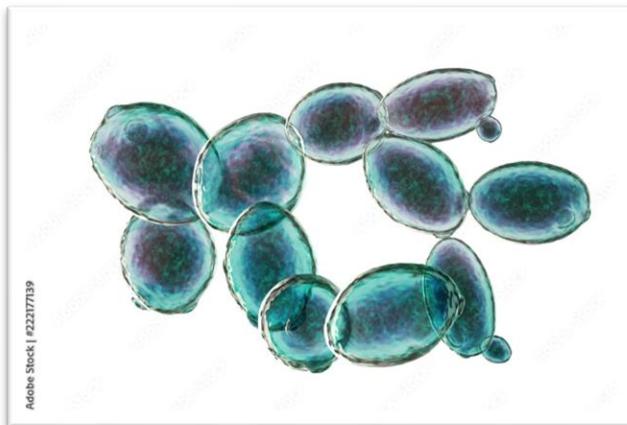
Figura 3: Fungo *Aspergillus oryzae* inoculado em placa de Petri



Fonte: Adaptado de Deposit photos

A *Saccharomyces cerevisiae* possui diversos genes distribuídos pelos dezesseis cromossomos, e cerca de doze milhões de pares de bases do seu genoma sequenciadas. Metade de seus genomas já possuem função biológica conhecidas. É a levedura com melhor característica conhecida, devidamente ao seu papel na preparação de vinhos, queijos, pães e cerveja. Figura 4

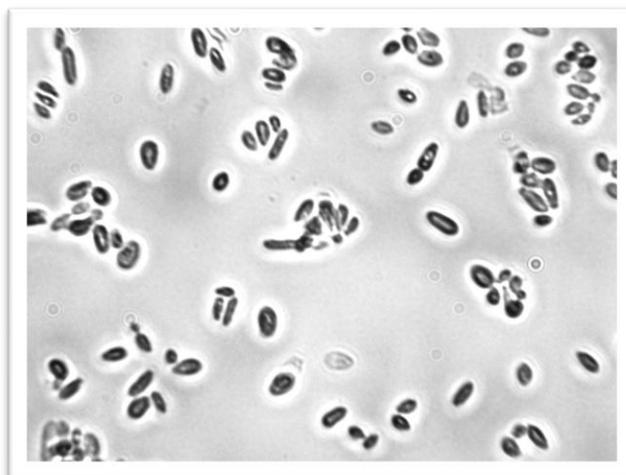
Figura 4: Levedura *Saccharomyces cerevisiae* vista por um microscópio



Fonte: Adaptado de Adobe Stock

Embora tenha menos estudos voltados como a *S. cerevisiae*, a *Kluyveromyces marxianus* possui características biológicas que favorecem o seu devido uso industrial, tornando-a útil em eficientes processos fermentativos. É utilizada para produção do Kefir, bebida derivada do leite, fermentada, alcoólica, ácida e comercializada, principalmente na América do Norte. É responsável pela formação do etanol, do dióxido de carbono (CO₂) e contribuinte do aroma e sabor que caracterizam a bebida. Figura 5 (LACERDA, 2002)

Figura 5: Levedura *Kluyveromyces marxianus* vista por microscópio



Fonte: Adaptado de UC DAVIS

Ambas as características de taxa rápida específica de crescimento e utilização de vários carboidratos como fonte de carbono acaba tornando a *K. marxianus* mais eficiente, apresentando alto grau de termo tolerância e frequentemente fermenta a lactose, mostrando seu potencial poluente do soro do queijo e outros derivados descartados na indústria de laticínios. (LACERDA, 2002)

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia aplicada durante o artigo visa a abordagem de revisão bibliográfica, os artigos que foram analisados para a identificação, de estudos similares, como, por exemplo, a compreensão da forma em que os microrganismos atuam no processo fermentativo transformando os açúcares em álcool, ou divergentes, como análises preliminares de uma melhor fonte de matéria-prima, para um melhor entendimento diante a discussão decorrente do arquivo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora seja difícil de degradar no meio ambiente, a lactose do soro do queijo pode ser utilizada como substrato para a fermentação visando a obtenção de etanol, ácido galactônico, entre outros subprodutos da indústria. (CARVALHO, 2019)

4.1. Obtenção do soro

Para que possa ser produzido 1kg (um quilo) de queijo coalho, se faz necessário a utilização de em torno de 10L (dez litros) de leite, sendo resultante 9L (nove litros) de soro, ou seja, representando mais de 85% (oitenta e cinco por cento) do volume de leite utilizado no processo de fabricar queijo coalhado. De maneira sustentável, se faz constante os esforços o aproveitamento e retorno econômico de resíduos agroindustriais mundialmente. (UP, 2018)

4.2. Processo fermentativo

Segundo Martins *et al.* (2024), os presentes resultados obtidos demonstraram que a fermentação utilizando apenas o fungo *Aspergillus oryzae*, produziu etanol 0,36°GL (GL é a sigla para Gay Lussac, onde °GL e a porcentagem em volume (% Vol.) representam a mesma coisa. Eles ditam a fração ou percentual de volume de álcool puro existente na mistura), sendo

assim o mais eficiente do que a fermentação apenas usando a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, que produziu etanol 0,04°GL, entretanto ao associar os dois foram obtidos os melhores resultados que acabaram produzindo etanol 0,38°GL.

Pesquisas da revista “Pesquisa FAPESP”, edição 199 de 2012, tem descrito que o Laboratório Produz Etanol A Partir do Soro de Leite (2012). Analistas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), também tem desenvolvido experimentos de obtenção de etanol desse subproduto onde utilizam a levedura do gênero *Kluyveromyces* que fazem a transformação da matéria láctea em biocombustível. O professor e coordenador Marco Antônio Ayub discorre ainda que “a produção atingiu 3,5 gramas de etanol por litro por hora. Ainda é muito baixo se comparado ao percentual da cana-de-açúcar, mas estamos otimizando o sistema”. Ressaltando acreditar que o desenvolvimento desse reator servirá para pequenos e médios produtores futuros para produção de etanol e com ele gerar energia. “Na Inglaterra existe uma empresa que converte o soro em gás metano para esse fim”, ressalta ainda o professor.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este estudo pretendeu-se entender a produção de etanol a partir do soro residual do queijo coalhado para uma nova alternativa para ao resíduo que seria descartado, promovendo assim um novo biocombustível, a partir da abordagem de revisão bibliográfica para as análises de decorrência do mesmo.

Para se atingir uma compressão do processo produtivo de etanol, definiu-se dois objetivos específicos. O primeiro foi o de compressão da obtenção de soro, verificando que a matéria prima dele passa por processos de seleção e melhor qualidade gerando um produto ainda melhor. Depois, entender como os microrganismos atuam de forma conjunta para a transformação do soro residual em etanol, permitindo concluir que é complexo analisar diferentes organismos que atuam de forma semelhante, mas em condições adversas.

Com isso, é possível gerar um biocombustível do soro, pelo principal fato ter uma fonte de açúcares fermentáveis, fornecendo pontos favoráveis para a obtenção do etanol.

Sendo assim, a formulação de etanol de soro residual se confirma, entretanto, com custos operacionais elevados e de complexa compreensão.

Em pesquisas futuras, pode-se considerar um baixo custo de implementação e um retorno comercial com potencial muito qualitativo e quantitativo.

REFERÊNCIAS

AYUB, Marco Antônio *et al.* **Pesquisadores produzem etanol de soro de leite**: Resíduo da produção de laticínios pode contaminar o ambiente, se não for aproveitado. Disponível em: <https://www.cpt.com.br/noticias/pesquisadores-produzem-etanol-de-soro-de-leite#:~:text=Para%20se%20fabricar%20etanol%20com,%C3%A9%20destilado%2C%20gerando%20o%20biocombust%C3%ADvel>. Acesso em: 12 set. 2024.

BRASIL. Rosane Scatamburlo. Instrução Técnica Para O Produtor de Leite. **Soro de queijo "in natura" na alimentação do gado de leite**. Juiz de Fora: Embrapa, 2006. 2 p. Disponível em: <https://www.cileite.com.br/sites/default/files/44Instrucao.pdf>. Acesso em: 12 out. 2024.

CAJES (Gotham City). Xyz Doohickey Company. **Processo de produção**. Disponível em: <https://cajes.com.br/processo-de->

[producao/#:~:text=a\)%20filtra%C3%A7%C3%A3o%3A%20para%20retirada%20de,leite%20retendo%20tamb%C3%A9m%20a%20gordura](#). Acesso em: 12 set. 2024.

CARVALHO, Catherine Teixeira de. **Aproveitamento do soro do queijo “coalho” para produção e aplicação da β -galactosidase**. 2019. 137 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Biotecnologia, Genética, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/28485/1/Aproveitamentosoroqueijo_Carvalho_2019.pdf. Acesso em: 12 set. 2024.

DICIONÁRIO ETIMOLÓGICO (ed.). **Origem da palavra queijo**. Disponível em: <https://www.dicionarioetimologico.com.br/queijo/>. Acesso em: 12 ago. 2024.

LABORATÓRIO PRODUZ ETANOL A PARTIR DO SORO DE LEITE. São Paulo: Pesquisa Fapesp, 2012. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/laboratorio-produz-etanol-a-partir-de-soro-de-leite/>. Acesso em: 09 nov. 2024.

LACERDA, Yasodhara Silva. **Resistência das Leveduras *Kluyveromyces marxianus* e *Saccharomyces cerevisiae* ao Fungicida Benomyl**. 2002. 40 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Genética, Genética, Universidade Federal do Pernambuco, Recife, 2002. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/6770/1/arquivo6437_1.pdf. Acesso em: 12 set. 2024.

MAESTROVIRTUALE. **Aspergillus: características, morfologia, ciclo de vida, habitat**. Disponível em: <https://maestrovirtuale.com/aspergillus-caracteristicas-morfologia-ciclo-de-vida-habitat/>. Acesso em: 09 nov. 2024.

MARTINS, Ana Maria Mateus *et al.* **Obtenção de etanol a partir do soro do leite**. Disponível em: <https://periodicos.unifev.edu.br/index.php/unic/article/view/536>. Acesso em: 09 nov. 2024.

PERRY, Katia S. P. **Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos**. 2003. 15 f. TCC (Graduação) - Curso de Serviço de Química e Radioquímica, Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear, Belo Horizonte, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/nrmhRjf7kXfPXszfrXmRh9m/#>. Acesso em: 18 jun. 2024.

UP, Liv. **Queijo Coalho**. 2018. Disponível em: <https://www.livup.com.br/ingredientes/queijo-coalho>. Acesso em: 18 jun. 2024.

APÊNDICE A – TERMO DE ORIGINALIDADE

TERMO DE ORIGINALIDADE

Eu, Paulo Cesar Ospedal, RG 57.760.916-6, CPF 467.606.508-67, declaro que o trabalho intitulado **Produção de etanol a partir do soro residual do queijo coalhado é ORIGINAL**.

Declaro que recebi orientação sobre as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que tenho conhecimento sobre as Normas do Trabalho de Graduação da Fatec-JB e que fui orientado sobre a questão do plágio.

Portanto, estou ciente das consequências legais cabíveis em caso de detectado PLÁGIO (Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, que altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais, publicada no D.O.U. de 20 de fevereiro de 1998, Seção I, pág. 3) e assumo integralmente quaisquer tipos de consequências, em quaisquer âmbitos, oriundas de meu Trabalho de Graduação, objeto desse termo de originalidade.

Jaboticabal/SP, 26, novembro de 2024.

Paulo Cesar Ospedal

AGRADECIMENTOS

À Deus por sempre ter me guiado pelo caminho justo e da verdade.

Aos meus pais por terem me oferecido todo apoio e dedicação de meus anos meridianos.

Aos meus avós por terem depositado em mim todo amor e afeto de meus anos iniciais e meridianos.

Aos meus tios, Cíntia e Murilo, pelos conselhos construtivos para o meu crescimento profissional e intelectual.

À professora Ms. Rita de Cassia Vieira pelas orientações.

Agradeço à Fatec-JB, gestores, professores e funcionários que contribuíram de alguma maneira para a realização desse trabalho.