República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Industria e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

# (21) PI 1107340-3 A2

* B R P I 1 1 0 7 3 4 0 A 2 *

(22) Data de Depósito: 21/12/2011
**(43) Data da Publicação: 26/11/2013**
**(RPI 2238)**

***(51) Int.Cl.:***
**C12F 3/00**
**C12F 3/10**
**C12P 7/22**
**A23K 1/14**

**(54) Título:** PROCESSO TECNOLÓGICO PARA APROVEITAMENTO DE BAGAÇO DE MAÇA: EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS FUNCIONAIS E ENRIQUECIMENTO PROTÉICO DURANTE A FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA DO MOSTO DE MAÇAS

**(73) Titular(es):** Universidade Estadual de Ponta Grossa

**(72) Inventor(es):** Alessandro Nogueira, Danianni Marinho Zardo, Flavio Luis Beltrame, Gilvan Wosiacki, Henrique Jaster, Ivo Mottin Demiate

**(57) Resumo:** PROCESSO DE TECNOLÓGICO PARA APROVEITAMENTO DE BAGAÇO DE MAÇA: EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS FUNCIONAIS E ENRIQUECIMENTO PROTÉICO DURANTE A FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA DO MOSTO DE MAÇAS. A presente invenção refere-se ao desenvolvimento de um processo tecnológico, contido no setor de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fermentações, Alimentos Funcionais e Tratamento de Resíduos, que consiste em utilizar a fermentação alcoólica do mosto de maçã para extrair compostos fenólicos e açúcares do bagaço de maçã e assim melhorar a qualidade sensorial e funcional da bebida e gerar um bagaço rico em fibras e proteínas para alimentação animal. Para alcançar este objetivo o bagaço de maçã é imobilizado com fermentador durante a fermentação alcoólica do mosto de maçã, possibilitando assim a extração dos compostos fenólicos de bagaço e aumentando açucar residual presente no bagaço de maçã. Além disso, o processo possibilita a incorporação de proteína (leveduras) do bagaço, o qual, após a fermentação, tornara-se rico em fibras e com elevado teor protéico. Deste forma, Haverá um aproveitamento do bagaço de maçã, o qual até então era considerado um resíduo agroindustrial problemático, por apresentar elevados teores de açucares.

# "PROCESSO TECNOLÓGICO PARA APROVEITAMENTO DE BAGAÇO DE MAÇÃ: EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS FUNCIONAIS E ENRIQUECIMENTO PROTÉICO DURANTE A FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA DO MOSTO DE MAÇÃS".

A presente invenção refere-se ao desenvolvimento de um processo no setor de Ciência e Tecnologia de Alimentos nas áreas de Tecnologia de Fermentações, Alimentos Funcionais e Tratamento de Resíduos. O objetivo da invenção consiste em utilizar a fermentação alcoólica do mosto de maçã para extrair compostos fenólicos e açúcares do bagaço e assim melhorar a qualidade sensorial e funcional da bebida e gerar um bagaço rico em fibras e proteínas para alimentação animal. Para alcançar este objetivo o bagaço de maçã é imobilizado em fermentador durante a fermentação alcoólica do mosto de maçã, com objetivo de extrair compostos fenólicos do bagaço e aumentar a atividade antioxidante do fermentado de maçã bem como eliminar o açúcar residual presente no bagaço de maçã. Além disso, o processo possibilita a incorporação de proteína (leveduras) no bagaço, o qual se tornará rico em fibras e com elevado teor protéico, ideal para alimentação de ruminantes. Desta forma, haverá um aproveitamento do bagaço de maçã e como resultados um fermentado com maior apelo funcional e um bagaço tratado o qual após processo de desidratação poderá ter um valor diferenciado para a alimentação de animais.

Após análise de busca em bancos de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), não foi encontrado nenhuma patente com processo igual ou semelhante descrito nesta solicitação. Com relação à maçã, foram encontradas duas patentes que dizem respeito a processo e/ou produto tecnológico. A primeira consiste no processo PI0806012-6 com depósito em 29/12/2008 com o título "Sistema de secagem de bagaço de maçã". Esta patente diz respeito a um equipamento que desenvolve uma secagem mais rápida do bagaço de maçã ou da maçã fatiada que os equipamentos convencionais. A segunda tem como título "Processo de extração em conjunto de pectina e polifenóis a partir de subprodutos do processamento de maçãs para fins alimentícios" processo PI0109954-0 com depósito em 11/04/2001. Esta patente é caracterizada por uma extração química destes compostos do bagaço da maçã. Desta forma, estas duas patentes não apresentam correlação com a invenção proposta nesta solicitação.

O processamento de fermentado de maçã utiliza como matéria-prima cultivares de maçãs de mesa, uma vez que, não existem pomares de frutas industriais no Brasil. Mais de 90% das frutas destinadas ao processamento consistem em cultivares Gala e Fuji oriundas do descarte da classificação comercial. Estas frutas foram melhoradas para o consumo *in natura*, sendo assim apresentam baixa acidez e adstringência com doçura elevada. Desta forma, o fermentado de maçã brasileiro apresenta poucos atributos sensoriais, quando comparado aos produtos franceses e ingleses. O teor de fenólicos na maçã ultrapassa 4000 mg/L. Estes compostos estão distribuídos em toda a fruta, porém de 3 a 10 vezes mais, podem ser encontrados na casca. Estes compostos são responsáveis por características de adstringência e cor nos produtos da maçã. Além disso, muitos dos fenólicos encontrados na maçã apresentam elevada atividade antioxidante. Evidências científicas demonstram o papel dos compostos fenólicos da maçã na prevenção de doenças crônicas não-transmissíveis e alguns declínios funcionais associados ao envelhecimento, como diabetes, obesidade e colesterol. Esses compostos estão entre os fitoquímicos que podem prevenir o aparecimento de vários tipos de cânceres e doenças cardiovasculares, por meio da ação antioxidante, minimizando o estresse oxidativo e suas consequências. No processamento da maçã, no momento da prensagem, o teor de compostos fenólicos no mosto de maçãs é de aproximadamente 1000 mg/L. Após alguns minutos esta concentração diminui para 200 a 300 mg/L, devido a reações de escurecimento enzimático. Com esta oxidação o fenólico perde a sua função de adstringência, cor e potencial antioxidante. Porém, esta não é a maior perda. Uma grande parte dos fenólicos fica retida no bagaço da maçã, principalmente na casca (epicarpo). A concentração no bagaço da cultivar Fuji pode alcançar 4000 mg/kg, enquanto que no mosto apenas 255 mg/L, ou seja estes compostos estão concentrados nesse resíduo que pode servir como fonte para extração de fenólicos para indústria farmacêutica e alimentícia uma vez que adição de fenóis pode chegar até 2 g/kg de massa corpórea sem apresentar toxicidade sendo que 1 g de fenóis adicionado aos alimentos corresponde ao teor encontrado em 4 maçãs de aproximadamente 250 g cada. O bagaço pode ser processado na forma de farinha e aplicado na formulação de alimentos, uma vez que essa farinha tem elevada atividade antioxidante, alto teor de fibras alimentares e minerais, uma vez que 80-90% dos minerais da maçã ficam retidos no bagaço. Mesmo com este potencial o bagaço de maçã, ainda é um problema ambiental, pois de 80 a 100 mil toneladas são geradas a cada safra e uma grande quantidade é descartada de forma incorreta. Uma parte deste resíduo é vendida para

alimentação animal, porém com o excesso de açúcar o bagaço fermenta pela microbiota natural da maçã e causa problemas de diarréia e alteração na qualidade organoléptica do leite (alcoolemia).

Desta forma, podem ser elencados os seguintes problemas: [1] falta de qualidade sensorial do fermentado de maçã brasileiro (adstringência); [2] baixo teor de compostos funcionais no fermentado de maçã; [3] desperdício de compostos fenólicos no bagaço de maçã; [4] desperdício do bagaço de maçã com elevado potencial tecnológico e funcional; [5] pouco aproveitamento do bagaço de maçã; [6] bagaço de maçã, como resíduo, consiste em um problema ambiental e [7] devido aos altos teores de açúcares o bagaço tem elevado custo de desidratação e na sua forma úmida apresenta rápida deterioração por processos fermentativos que causam problemas ao seu principal consumidor, o gado.

A presente invenção tem como finalidade resolver os problemas elencados, através de uma operação de baixo custo que irá valorizar o fermentado de maçã em termos de adstringência (gosto) e da sua funcionalidade através da atividade antioxidante que será semelhante ao do vinho, porém com grau alcoólico menor. A imobilização de uma determinada quantidade de bagaço de maçã no interior do fermentador em contato com o mosto que será fermentado consiste na chave desta invenção. Durante a fermentação alcoólica, o etanol e o gás carbônico produzidos pela levedura *Saccharomyces cerevisiae*, serão os extratores de compostos fenólicos do bagaço de maçã. Estes compostos, que estão fortemente ligados ao bagaço, serão extraídos durante o processo de fermentação alcoólica. A fim de limitar a quantidade de fenóis no mosto, é feito um calculo em base seca para estabelecer que a quantidade de fenóis no mosto seja semelhante ao encontrado em uma ou mais maçãs. Desta forma, compostos que geram sabor adstringente e que intensificam ou realçam a cor da bebida passam para o produto. Além disso, o valor funcional do bagaço é transferido para o fermentado de maçã. Durante a fermentação grande parte das leveduras fica retida no bagaço imobilizado e o açúcar residual encontrado no bagaço fresco é transformado em etanol juntamente com os açúcares do mosto. Após o processo de fermentação o bagaço é retirado de dentro do fermentador e colocado para desidratar em estufas de circulação de ar. Se o bagaço estiver úmido pode apresentar um resíduo de etanol e aromas do fermentado o que não seria interessante para a aceitação do gado. Desta forma, sem a presença de açúcares o tempo de secagem diminui consideravelmente e os aromas bem como etanol residual são

rapidamente eliminados. Com a fixação de leveduras no bagaço o teor de proteína aumenta consideravelmente, pois na constituição original (antes da fermentação) não havia proteínas neste bagaço. O bagaço seco final constitui em fibras, proteínas e minerais, e o processo de fermentação seguido da secagem acaba aumentando sua estabilidade e possibilidade de armazenamento prolongado.

Para desenvolver esta invenção foram utilizadas amostras da cultivar Fuji obtidas no comércio local da região de Ponta Grossa – PR.. As maçãs foram selecionadas, lavadas, trituradas (Multi Processador de Alimentos Metvisa com disco desfiador de 5 mm), e o suco extraído com duas prensagens de 2,5-3,5 $Kgf/cm^2$ (Presa hidráulica 15 Potente Brasil). O mosto resultante foi despectinizado (Pectinex ultra SPL, 3 mL/hL) e, após duas horas a temperatura ambiente (20 - 25°C), o sobrenadante foi trasfegado e filtrado. Concomitantemente, parte do bagaço resultante da prensagem foi lavado por três vezes, com volume de água potável equivalente ao peso de bagaço e centrifugado a 1200 rpm durante 10 min. (Centrifuga Consul C2A05ABANA), para remoção do excesso de água e do açúcar residual superficial, obtendo-se o bagaço esgotado. O bagaço foi desidratado em estufa com circulação de ar (Marconi MA 035) a 60°C durante 8 horas e triturado, obtendo-se a farinha de bagaço. Este tratamento foi realizado a fim de diminuir o volume de bagaço nos fermentadores e facilitar a avaliação científica do processo. O bagaço úmido pode ser usado, porém o teor de umidade deve ser determinado para que seja adicionada a quantidade correspondente em matéria seca ao mosto. O bagaço foi adicionado ao mosto (450 mL) numa proporção de 47,3 g/L de matéria seca (testemunha sem o bagaço), esta concentração foi definida tomando como base a massa em matéria seca das maçãs que foram processadas para se obter 1 litro de suco. A fermentação foi conduzida em duas séries de 8 fermentadores, na presença e ausência de farinha de bagaço na proporção de 47,3 g/L de matéria seca. Diariamente, durante 10 dias, um fermentador de cada séria tinha o processo de fermentação interrompido para análise e comparação, juntamente com o bagaço resultante desta fermentação. Em todas as etapas os pesos dos fermentadores foram monitorados até obtenção de peso constante, indicando o término da fermentação. Para verificação dos resultados de vários experimentos foram feitas as seguintes análises: Fenóis totais pelo método de Folin-Ciocalteau. Para a determinação da atividade antioxidante foi utilizada a metodologia de FRAP. Determinação de açúcares redutores e não redutores foi feita pelo método Somogyi-Nelson. Para a dosagem de nitrogênio total nas amostras de bagaço de

maçã, a metodologia de micro-Kjeldahl e o teor de proteína bruta foram estimados usando o fator de correlação de 6,25. A ebuliometria foi o método utilizado para se determinar o grau alcoólico onde o teor de álcool, em volume, corresponde ao numero de mililitros de etanol contidos em 100 mL de amostra.

A adição de bagaço de maçã na forma de farinha de bagaço de maçã (47 g/L) imobilizado no interior do fermentador possibilitou após 10 dias de fermentação alcoólica, um aumento de 40% no teor de compostos fenólicos e 23% na atividade antioxidante em relação ao fermentado testemunha. Quantidades maiores que 47g/L de farinha de bagaço de maçã podem apresentar um rendimento interessante (71 g/L apresentou 54 e 34%, de aumento para fenóis e atividade antioxidante, respectivamente) porém a dificuldade tecnológica é maior uma vez que torna o meio de fermentação em um substrato semi-sólido dificultando a extração dos compostos o que pode fazer com que ocorram variações das quantidades extraídas. Nossos resultados ainda demonstraram que entre 3-5 dias foi o máximo de extração de fenóis e AAT. Com adição de 47g/L de farinha de bagaço de maçã no mosto, após 10 dias de fermentação o teor de etanol foi de 8,3% e 7,1% para o fermentado com a farinha e o fermentado testemunha, respectivamente. O bagaço apresentava 19,0 g/% de açúcares antes da fermentação e após 10 dias 3,0 g/%. O teor de proteína no bagaço após a fermentação alcançou 9,37g/kg em função da fixação de leveduras.

## REINVIDICAÇÕES

1- Processo tecnológico para aproveitamento de bagaço de maçã: extração de compostos funcionais e enriquecimento protéico durante a fermentação alcoólica do mosto de maçãs, caracterizado por adição de bagaço de maçã na forma de farinha ou bagaço esgotado ou úmido ou apenas casca no interior do fermentador em contato com o mosto de maçã, seguida de uma fermentação alcoólica proporcionada por *Saccharomyces cerevisiae.*

2- Processo tecnológico para aproveitamento de bagaço de maçã, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela extração de compostos do bagaço de maçã durante a fermentação alcoólica, transferindo as características funcionais do bagaço para o fermentado de maçã.

3- Processo tecnológico para aproveitamento de bagaço de maçã, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela utilização da fermentação alcoólica como forma de esgotar os açúcares residuais encontrado no bagaço fresco, o qual é transformado em etanol juntamente com os açúcares do mosto.

4- Processo tecnológico para aproveitamento de bagaço de maçã, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela desidratação de bagaço de farinha de maçã o qual teve seu teor de açúcar reduzido por processo de fermentação alcoólico e aumento do teor protéico pela fixação das leveduras.

## RESUMO

# "PROCESSO TECNOLÓGICO PARA APROVEITAMENTO DE BAGAÇO DE MAÇÃ: EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS FUNCIONAIS E ENRIQUECIMENTO PROTÉICO DURANTE A FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA DO MOSTO DE MAÇÃS"

A presente invenção refere-se ao desenvolvimento de um processo tecnológico, contido no setor de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fermentações, Alimentos Funcionais e Tratamento de Resíduos, que consiste em utilizar a fermentação alcoólica do mosto de maçã para extrair compostos fenólicos e açúcares do bagaço de maçã e assim melhorar a qualidade sensorial e funcional da bebida e gerar um bagaço rico em fibras e proteínas para alimentação animal. Para alcançar este objetivo o bagaço de maçã é imobilizado em fermentador durante a fermentação alcoólica do mosto de maçã, possibilitando assim a extração dos compostos fenólicos do bagaço e aumentando conseqüentemente a atividade antioxidante do fermentado de maçã, bem como eliminar o açúcar residual presente no bagaço de maçã. Além disso, o processo possibilita a incorporação de proteína (leveduras) no bagaço, o qual, após a fermentação, tornara-se rico em fibras e com elevado teor protéico. Desta forma, haverá um aproveitamento do bagaço de maçã, o qual até então era considerado um resíduo agroindustrial problemático, por apresentar elevados teores de açucares.