



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST

ENGENHARIA DE ALIMENTOS

CAROLINE DA CRUZ FLORÊNCIO BARBOSA

OCORRÊNCIA DE PATULINA NOS SUCOS DERIVADOS DE MAÇÃS

LAGES, 2019

CAROLINE DA CRUZ FLORÊNCIO BARBOSA

OCORRÊNCIA DE PATULINA NOS SUCOS DERIVADOS DE MAÇÃS

**Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao Centro Universitário
Facvest como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do
Grau de Bacharel em Engenharia
de Alimentos. Sob orientação da
Professora Dr^a Nilva Regina
Uliana.**

**Professora Orientadora: Dr^a Nilva
Regina Uliana**

**Professor Coorientador: Jaime
Antônio Machado de Farias**

LAGES, 2019

“Só se pode alcançar um grande êxito quando nos mantemos fiéis a nós mesmos.”

Friedrich Nietzsche

AGRADECIMENTOS

Ao **Centro Universitário Facvest**, pelo ensino de qualidade, apoio e incentivo ao estudo e desenvolvimento de projetos;

A todos os meus professores que fizeram de mim uma profissional e me motivaram diariamente de diversas maneiras, em especial a **Sabrina de Bona Sartor, Maria Benta Cassetari Rodrigues, Giselle Rodolfo** e a **Priscila Missio da Silva** pela dedicação e esforço, me auxiliando com muito carinho no desenvolvimento do meu TCC;

A minha orientadora **Nilva Regina Uliana** e ao meu coorientador **Jaime Antônio Machado de Farias** pela atenção concedida, paciência e excelência profissional;

E aos meus colegas pelo companheirismo e disponibilidade para me auxiliar em vários momentos.

DEDICATÓRIA

Dedico a todos que contribuíram no decorrer desta jornada, especialmente:

A Deus, a quem devo minha vida e minhas forças diárias.

Aos meus pais **Sônia da Cruz Florêncio** e **João Cura D'ars Barbosa** pelo incentivo, apoio e carinho incondicional, me motivando diariamente e me ajudando a tomar as melhores escolhas.

Aos meus familiares por cuidarem tão bem de mim, acreditarem no meu potencial e se preocuparem sempre com meus estudos, em especial **Suely Florêncio, Paulo Bandeira Crispin, Adaltivo Júlio** e **Bernadete Alexandre Júlio**.

RESUMO

O consumo de suco de maçã vem crescendo gradualmente no Brasil e no ramo da exportação, onde a produção do mesmo é obtido através de frutas que não atingem os padrões necessários para serem comercializados *in natura*, ou até mesmo que sofreram danos mecânicos, lesões durante o transporte, entre outros. Com isso, pode-se observar a importância de se fazer pesquisas sobre o grau de toxicidade da Patulina, pois essa micotoxina oriunda de fungos do gênero *Penicillium expansum*, apresentando efeitos mutagênicos, carcinogênicos, teratogênicos, imunossupressores e neurotóxicos, podendo ser encontrados em maçãs. A nível do sistema digestivo pode provocar alterações locais (mucosa intestinal) e sintomas como agitação, ulceração, vômitos e inflamação intestinal podendo ser responsável por intoxicação e danos à saúde humana. Nessa revisão bibliográfica foram expostos os fatores que influenciam a produção de Patulina, a ocorrência e os principais métodos de eliminação da mesma, auxiliando em um melhor entendimento sobre essa micotoxina e uma forma eficiente de reduzir sua presença em sucos de maçãs. O *Codex Alimentarius* foi um auxiliar neste estudo, sua expressão em latim que significa “código alimentar” é o responsável por indicar um nível máximo permitido de patulina em suco de maçã 50 µg/L, onde vários países adotam essa recomendação, inclusive o Brasil por não ter nenhuma legislação que estabeleça níveis permitidos de patulina em alimentos. Contudo, pode-se concluir que o Brasil segue o nível estabelecido pelo *Codex Alimentarius* assegurando que haja um consumo de suco de maçã com quantidades de Patulina dentro dos padrões não oferecendo riscos aos potenciais consumidores e a saúde humana.

Palavras-chave: Suco, Maçã, Patulina, Fungo

ABSTRACT

Apple juice consumption has been gradually increasing in Brazil and in the export sector, where its production is obtained through fruits that do not reach the necessary standards to be marketed in natura, or even that suffered mechanical damage, injuries during the period. transportation, among others. Thus, it can be observed the importance of conducting research on the degree of toxicity of Patulin, as this mycotoxin from fungi of the genus *Penicillium expansum*, presenting mutagenic, carcinogenic, teratogenic, immunosuppressive and neurotoxic agents. At the digestive system level can cause local changes (intestinal mucosa) and symptoms such as agitation, ulceration, vomiting and intestinal inflammation and may be responsible for poisoning and damage to human health. In this bibliographic review the factors that influence the production of Patulin, its occurrence and the main methods of its elimination were exposed, helping in a better understanding about this mycotoxin and an efficient way to reduce its presence in apple juices. Codex Alimentarius was a helper in this study, its Latin expression meaning “food code” is responsible for indicating a maximum permitted level of patulin in 50 µg / L apple juice, where several countries adopt this recommendation, including Brazil for have no legislation establishing permitted levels of patulin in foods. However, it can be concluded that Brazil follows the level established by Codex Alimentarius ensuring that there is a consumption of apple juice with adequate amounts of Patulin offering no risk to potential consumers and human health.

Key words: Juice, Apple, Patulin, Fungi

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS.....	13
2.1 OBJETIVO GERAL	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3. MATERIAIS E MÉTODOS	14
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
4.1 MAÇÃ	15
4.2 SUCO DE MAÇÃ	16
4.3 MICOTOXINAS	20
4.4 PATULINA	21
4.5 FATORES QUE INFLUENCIAM NA PRODUÇÃO DE PATULINA	23
4.6 OCORRÊNCIA DE PATULINA EM MAÇÃS E SUCOS DE MAÇÃS	23
4.7 ELIMINAÇÃO DA PATULINA	24
4.7.1 MAÇÃ.....	24
4.7.2 SUCO DE MAÇÃ.....	24
RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	25
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
6. REFERÊNCIAS	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma geral do processo de fabricação de suco de maçã concentrado clarificado e suco de maçã clarificado.....	19
Figura 2: Maçã em estado de putrefação coberta por fungos	21
Figura 3: Estrutura química da PAT (patulina)	22
Figura 4: Maçã com bolor azulado interno.....	24
Figura 5: Consumo de suco de maçã.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Ocorrência de patulina em suco de maçã em alguns países 18

Tabela 2: Consumo de suco de maçã 27

LISTA DE ABREVIATURAS

DTA	Doença Transmitida por Alimento
IFU	International Federation of Fruit Juice Producers
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
PAT	Patulina
UV	Radiação Ultravioleta

1. INTRODUÇÃO

A maçã (*Malus domestica Borkh*) é uma das frutas com o maior índice de produção e consumo no mundo, tendo uma variedade de espécies e trazendo inúmeros benefícios à saúde por ser rica fonte de compostos antioxidantes, carboidratos, minerais essenciais e fibras dietéticas (PFANNHAUSER et al., 2001; RICE-EVANS, 2001; SADIK et al., 2003).

De alto valor econômico, a maçã se enquadra entre as cinco frutas mais produzidas no Brasil, com as principais cultivares Gala e Fuji, que representam cerca de 90% da área plantada, sendo os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul os maiores produtores no país (ROSS et al; 1998).

A produção dos sucos frescos de maçãs é feita a partir dos frutos que não estão dentro do padrão para consumo in natura, ou seja, não possuem um tamanho ideal, ou possuem lesões em sua estrutura, essas danos presentes no fruto permitem a contaminação microbiológica por fungos, entre eles o *Penicillium expansum*, no qual pode causar infecções humanas (SANT'ANA, 2007).

O *Penicillium expansum* é também responsável pela maior parte das deteriorações em maçãs, representando até 90% das perdas econômicas, causando também a deterioração dos frutos, contaminação dos produtos derivados de maçãs e riscos à saúde humana com a produção de Patulina (SALOMÃO, 2009).

A patulina (PAT) é facilmente transferida da maçã para o suco durante o processamento devido a sua alta solubilidade em água. Essa micotoxina é muito estável ao aquecimento em meio ácido, como no suco de maçã. Assim, a presença de patulina em suco de maçã é um indicador da qualidade das maçãs utilizadas no processamento, logo, é necessário que o cuidado se inicie na colheita e transporte das maçãs, evitando lesões na mesma e respectivos meios para uma possível proliferação de *Penicillium expansum*, fungo responsável pela produção da micotoxina e causador de danos à saúde humana. (WELKE et al; 2009).

A importância do consumo de sucos livres de Patulina se dá pela prevenção de DTAs (doenças transmitidas por alimentos), evitando que potenciais consumidores sofram com surtos e intoxicações causadas por essa micotoxina (FORSYTHE, 2000).

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Estudar e analisar através de revisão bibliográfica a ocorrência de PAT (patulina) em sucos derivados de maçãs.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar o meio ideal para o desenvolvimento da PAT em sucos de maçãs;
- Estudar a patologia da PAT em sucos de maçãs;
- Realizar revisão bibliográfica sobre a proliferação da patulina;
- Estudar quais são os meios de controle;
- Analisar os meios de eliminação;

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho desenvolvido consiste em um estudo explanatório por meio de uma revisão literária, desenvolvida a partir de artigos científicos. Foram utilizados artigos científicos, divididos nos respectivos temas: Sucos de maçã, Micotoxinas, Patulina e Eliminação da patulina, tendo autores compartilhados, acessados nas bases de dados do Google acadêmico, Redalyc, Repositório Institucional UFSC e Repositório Institucional Unicamp, estes publicados nos últimos 13 anos (2006 a 2019).

Este trabalho de conclusão de curso foi desenvolvido a partir de um método de pesquisa bibliográfica, no qual foram coletados dados com relação a ocorrência de patulina em suco de maçã, bem como seu processo de produção no suco, meios de eliminação da micotoxina, cujo conteúdo disponível apresenta-se em materiais científicos, como artigos, dissertações, teses de doutorado, defesa de TCC e outras fontes.

O questionário apresentado foi feito com o total de 50 voluntários, sendo todas pessoas aleatórias, em sua maioria do sexo feminino sendo com faixas etárias diversas, afim de observar o consumo de suco de maçã e seus conhecimentos a respeito da Patulina e sua ocorrência no suco de maçã.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 MAÇÃ

Malus sp., família *Rosacea* é o nome científico dado para a maçã, um fruto originária da Ásia e Europa, proveniente da macieira e sendo o fruto mais cultivado do mundo, tendo como suas características específicas tronco de casca parda, lisa e copa arredondada, que chega a 10m de altura (IHA, 2006).

A maçã é uma fruta que possui sabor doce-ácido, propriedades refrescantes, adstringentes, tendo ainda em sua composição compostos antioxidantes que podem acautelar o câncer. As maçãs são frutas ricas em frutose, esse monossacarídeo é utilizado em diabético, pois através dele é possível adquirir a independência em relação a insulina no transporte e destruição de frutose até a etapa inicial do metabolismo; absorção mais lenta da frutose em relação a glicose; aumentos mínimos e transitórios da glicemia após a absorção de frutose; entre outros (BARREIROS et al, 2005).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento as plantas de clima temperado, como a macieira, necessitam de repouso invernal para quebra de dormência, floração abundante e retomada da produção. A quebra de dormência está relacionada com o acúmulo de horas de frio abaixo de 7,2 °C. A ocorrência de geadas tardias, após a quebra de dormência pode trazer grandes prejuízos a cultura, uma vez que as estruturas florais e frutos em desenvolvimento são sensíveis. Cultivares pouco exigentes em tempo de frio não podem ser cultivados em regiões com alta ocorrência de frio, pois terão quebra precoce de dormência, predispondo a planta aos efeitos das geadas (MAPA, 2011).

O local de cultivo da maçã influencia diretamente nas propriedades físico-químicas do fruto, direcionando-as de uma melhor forma para o consumo *in natura* ou processamento industrial. Classificaram maçãs comerciais e industriais de acordo com a razão entre os teores de açúcares totais e a acidez total, pois quanto mais baixa for esta razão mais interessante a variedade passa a ser para os processos industriais. Contudo, pesquisas concluíram que as melhores variedades industriais são: Anna, Eva, Einshemer, Gala, Princesa e Rainha, no estado do Paraná; Golden Delicious e Willie Sharp, no Estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina são Primícia e Melrose (IHA, 2006).

Outro caso que demonstra variação nas propriedades físico-químicas de maçãs em diferentes regiões foram estudadas 3 variedades utilizadas principalmente para a produção de suco concentrado, cultivadas em várias regiões da Turquia. O estudo

mostrou, que os teores de açúcares totais, frutose, glicose, sacarose e sólidos solúveis dos sucos variaram significativamente de acordo com a variedade da maçã. Também observaram variações significativas nos teores de frutose e sacarose entre as regiões estudadas. Contudo, a quantidade de frutose sempre foi maior que a de glicose e sacarose, sendo esta uma característica desta fruta (IHA, 2006).

4.2 SUCO DE MAÇÃ

Segundo a Instrução Normativa N°1, de 07 de janeiro de 2000 do Ministério Da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o suco de maçã é definido como bebida não fermentada e não diluída, obtida da parte comestível da maçã, através de processo tecnológico adequado. Deve obedecer algumas características, como cor branca e translúcida; sabor e aroma próprio; teor mínimo de sólidos solúveis (20 °C) de 10,5 ° Brix; acidez total expressa em ácido málico mínima de 0,15 g/100 g; açúcares totais naturais da maçã máximo de 13,5 g/100 g, e acidez volátil em ácido acético máxima de 0,04 g/100 g (MAPA, 2000).

Os sucos de maçãs tipo néctar, clarificado e concentrado produzidos pela agroindústria brasileira são considerados nobres, onde grande parte do que seria descartado é transformado em suco de maçã o que equivale a 115 à 150 mil toneladas de descarte transformadas em suco. Por falta de hábito de consumo da população brasileira, 90% do suco concentrado que é produzido se destina a exportação, o que corresponde a 15 a 20 mil toneladas anuais aos Estados Unidos da América, sendo destinado a produção de alimentos infantis, pois possui cultivares de mesa com baixos teores de ácidos e taninos e elevados teores de açúcares, com corpo de boa aceitação sensorial (NOGUEIRA et al., 2007).

Para que seja viável a exportação dos produtos é necessário que a indústria forneça um laudo técnico com todos os parâmetros físico-químicos exigidos pelos órgãos fiscalizadores do importador, buscando atender às exigências dos compradores com padrões próprios de qualidade. Na Comunidade Econômica Europeia, a responsável pela normatização do suco de maçã aceita é a da International Federation of Fruit Juice Producers (IFU). Uma parte obrigatória nesse processo é a avaliação sensorial, onde é utilizado os sentidos humanos para avaliar as características e atributos do suco de maçã. Contudo, observou-se em todos os países importadores de suco de maçã uma exigência

relevante na comprovação da autenticidade de sua origem geográfica (NOGUEIRA et al., 2007).

Existem basicamente dois tipos de suco de maçã, o clarificado e o polposo (não clarificado ou turvo), sendo que ambos podem ser fabricados concentrados (70 °Brix) ou não concentrados. Entretanto, é importante ressaltar que os sucos de frutas em geral são principalmente comercializados no mercado global na forma concentrada pela facilidade de transporte e longa conservação. Proveniente também da maçã, o apple cider é uma bebida produzida pela direta prensagem de frutas, onde não passa pelo processo de filtração ou sendo adoçado, permanecendo turvo, devido as finas partículas de maçã em suspensão, podendo tanto ser consumido fresco, pasteurizado ou fermentado. Nos Estados Unidos, este produto é principalmente consumido não fermentado, sendo que o processo de pasteurização pode tanto ocorrer por troca de calor (71°C/6-15 s), como por aplicação de radiação ultravioleta UV (14 mJ/cm²) (SALOMÃO, 2009).

Brix (símbolo °Bx) é uma escala numérica criada por Adolf F. Brix (1798 - 1870), derivada da escala de Balling, onde mede a quantidade de sólidos solúveis em uma solução de sacarose, sendo amplamente utilizada na indústria de alimentos para medir a quantidade aproximada de açúcares em sucos de fruta, vinhos e na indústria de açúcar. (ANDRADE, 2013).

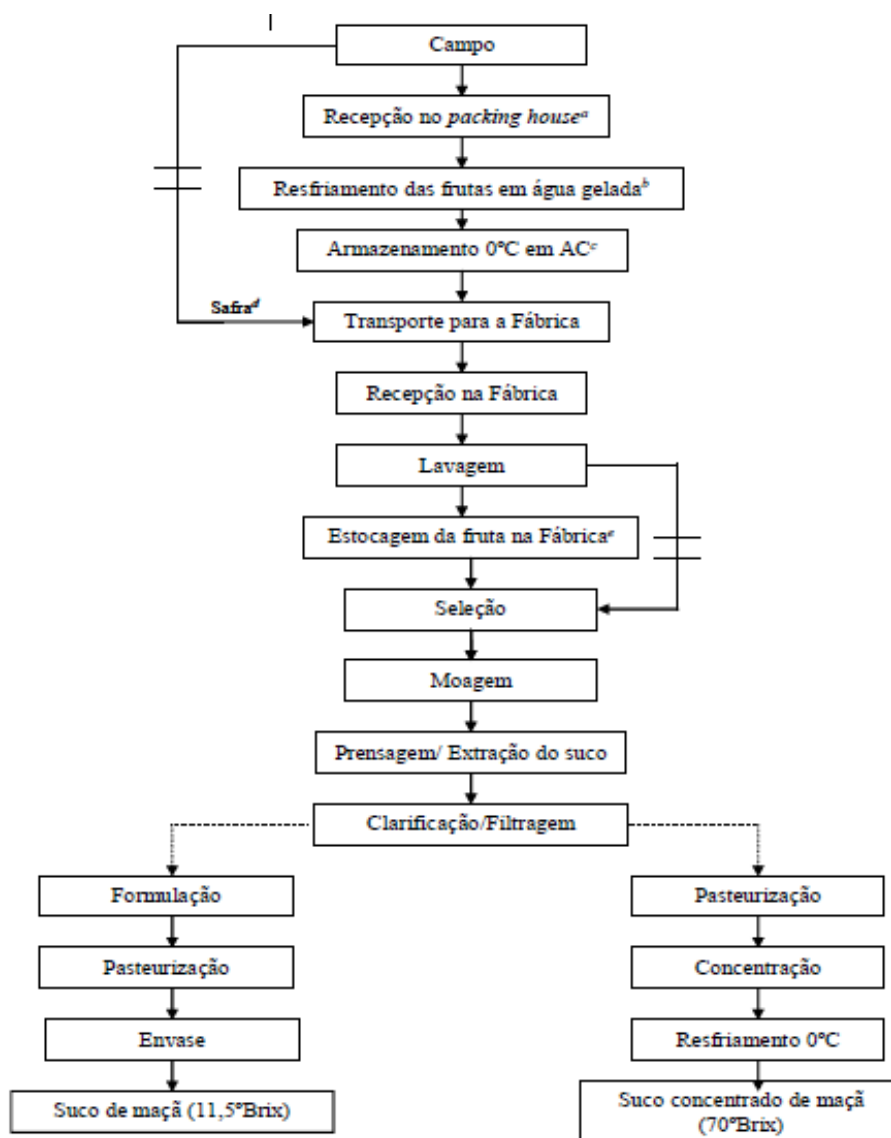
Tabela 1: Ocorrência de patulina em suco de maçã em alguns países

País	n*	Amostras positivas (%)	Intervalo patulina ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Referência
Brasil	30	1 (3)	< 17	SYLOS & RODRIGUEZ-AMAYA (1999)
EUA	10	2 (20)	80 – 110	TRUCKSESS & TANG (1999)
Turquia	482	162 (34)	50 – 376	GÖKMEN & ACAR (2000)
Brasil	13	1 (8)	< 10	PRADO et al. (2000)
África do Sul	20	6 (23)	5 – 45	LEGGOTT & SHEPHARD (2001)
Cuba	20	1 (5)	<1,72	FERNANDEZ et al. (2001)
Suécia	39	5 (13)	2 – 50	THURVANDER et al. (2001)
Turquia	45	27 (60)	19,1 – 732,8	YURDUN et al. (2001)
Itália	21	5 (24)	5,8 – 56,4	RITIENI (2003)
Bélgica	43	35 (81)	0,7 – 17,3	TANGNI et al. (2003)
Japão	76	15 (20)	1,4 – 45,6	ITO et al. (2004)
Irã	23	18 (78)	15 – 149	CHERAGHALI et al. (2005)
Itália	67	28 (42)	0,07 – 69,3	PIEMONTESE et al. (2005)
Brasil	27	3 (11)	3 – 7	IHA & SABINO (2008)

Fonte: WELKE et al; 2009.

Um problema do suco de maçã turvo é o escurecimento enzimático causado pela polifenoloxidase que em presença de oxigênio oxida fenóis e quinonas, este escurecimento torna o aspecto do suco não atrativo para os consumidores. Foi pesquisado a inibição do escurecimento enzimático em suco de maçã turvo por alguns compostos como ácido ascórbico, L-cisteína, ácido sórbico, ácido benzoico, ácido cinâmico e – ciclodextrina. Destes os mais efetivos foram a L- cisteína, o ácido cinâmico e o ácido ascórbico. E a combinação deles fornece melhores resultados que os compostos individuais (MOSS, 2008).

Figura 1: Fluxograma geral do processo de fabricação de suco de maçã concentrado clarificado e suco de maçã clarificado



Fonte: SANT'ANA, 2007

A modificação da composição de voláteis do suco de maçã pode ocorrer através das etapas de processamento do suco, como prensagem, clarificação e pasteurização, fazendo então com que haja a alteração do sabor característico do produto. Um estudo sobre o processamento para obtenção do suco clarificado, realizado em laboratório, fundamentado nas linhas de procedimento industrial, mostrou que a pasteurização foi a etapa que mais afetou a composição do suco, ocorrendo perdas significativas dos compostos voláteis, e a etapa de clarificação foi a que menos causou modificações (IHA, 2006).

4.3 MICOTOXINAS

As micotoxinas são substâncias oriundas do metabolismo secundário dos fungos, e compreendem um grupo de compostos químicos largamente diversos em sua estrutura e efeitos tóxicos. Apesar das micotoxinas serem metabólitos fúngicos, nem todos os metabólitos de origem fúngica são necessariamente micotoxinas, como os antibióticos. O termo micotoxicose é aplicado às condições patológicas resultantes da ingestão de alimentos ou rações contaminados com toxinas fúngicas (SANT'ANA, 2007).

Existem duas formas de introdução de micotoxinas na cadeia alimentar humana, sendo de forma direta ou indireta. De forma direta, é necessário que haja consumo dos cereais, oleaginosas e derivados, já a ingestão de leite, carne e ovos de animais que se alimentam com rações previamente contaminadas constituir-se em fonte de contaminação indireta para os humanos (MAZIERO; BERSOT, 2010).

As micotoxinas se originam por uma extensa variedade de espécies de fungos que não são por vias de regra considerados patógenos. Os mesmos se encontram aptos para adaptar, colonizar e crescer em substratos com um amplo intervalo de umidade disponível e conteúdo nutricional. As micotoxinas de maior importância são produzidas principalmente por três gêneros de fungos, *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.* e *Fusarium sp.* (MOSS, 2008).

A ingestão de alimentos que contenham micotoxinas podem causar graves efeitos sobre a saúde animal e humana. Tais efeitos são conhecidos como micotoxicoses, cuja gravidade depende da toxicidade da micotoxina, grau de exposição, idade e estado nutricional do indivíduo, e dos possíveis efeitos sinérgicos de outros agentes químicos aos quais está exposto (MAZIERO; BERSOT, 2010).

Figura 2: Maçã em estado de putrefação coberta por fungos



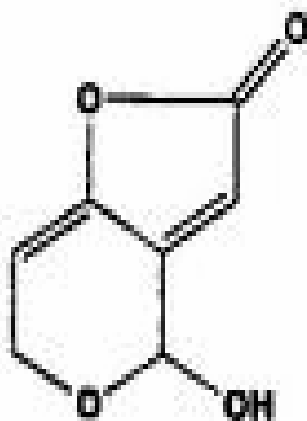
Fonte: SANTOS, 2015

4.4 PATULINA

Desde 1941 a PAT micotoxina produzida por fungos vem sendo estudada, não somente por sua ação antibiótica, mas também por possuir propriedades que causam efeitos fitotóxicos e carcinogênicos ao ser humano. A maior fonte de contaminação por PAT se dá por maçãs e produtos de maçãs, todavia, encontram-se em frutas, sucos, vegetais, cereais e outros alimentos (IHA, 2006).

O pH ácido e o calor não se fazem o suficiente para destruição dessa micotoxina, contudo existem mecanismos que auxiliam na redução da mesma, como estocagem prolongada, pela ação de sulfito, ácido ascórbico, fermentação alcoólica e pelo tratamento com carvão ativo. O meio alcalino e presença de sulfidrilas fazem com que a PAT perca sua atividade biológica (ASKAR, 1999).

Figura 3: Estrutura química da PAT (patulina)



Fonte: WELKE et al, 2009

Estudos mostraram que *B. nivea* foi capaz de produzir PAT em suco de maçã a 20°C, após 21 dias de incubação, sendo que a produção da micotoxina também ocorreu a 12°C. Outro estudo comprovou que *B. fulva* produziu PAT em suco de maçã mantido a 21°C e 30°C em embalagens cartonadas (SANT'ANA, 2007).

A produção de PAT por *P. expansum* pode ocorrer geralmente entre 0°C e 25°C. Assim, o armazenamento de frutas a baixa temperatura não é suficiente nem para inibir o crescimento deste fungo, tampouco para evitar a produção de toxina (WELKE et al., 2009).

P. expansum é considerado o principal responsável pela produção de PAT em maçãs e não no seu suco. Esta afirmação é baseada na baixa resistência térmica de outras espécies de *Penicillium* já estudadas. Entretanto, não existem na literatura informações sobre a resistência térmica específica de *P. expansum*. O processo de pasteurização do suco de maçã não deve ser considerado um ponto crítico de controle somente para bactérias, mas também para a produção de PAT, pois o tratamento térmico irá reduzir esporos de *P. expansum* o que irá prevenir seu crescimento e a produção de PAT dentro da embalagem. Como os sucos de maçã mantidos refrigerados recebem um tratamento térmico ameno (71°C/ 6s), deveriam existir mais dados específicos de resistência para este fungo (SALOMÃO, 2009).

4.5 FATORES QUE INFLUENCIAM NA PRODUÇÃO DE PATULINA

Ter conhecimento sobre os fatores que influenciam na produção de patulina em maçãs e no seu suco é de grande valia, pois através disso é possível evitar que haja uma maior proliferação, contaminação e riscos à saúde humana (MAZIERO; BERSOT, 2010).

O desenvolvimento e crescimento de fungos e consequente contaminação por micotoxinas dependem de fatores ligados diretamente ao fruto, sendo ele endógenos e exógeno, tais como, tipo de fruta, pH, e estágio de maturação da fruta, como temperatura ambiente, umidade relativa, e competição entre fungos (IHA, 2006).

A contaminação dos frutos por *P. expansum* se dá desde o processo de colheita até a produção final do suco, onde os frutos podem ser colhidos em tempo tardio, sofrer danos mecânicos durante o transporte, ser contaminado durante um banho de imersão para uma possível limpeza e armazenamento (SANT'ANA, 2007).

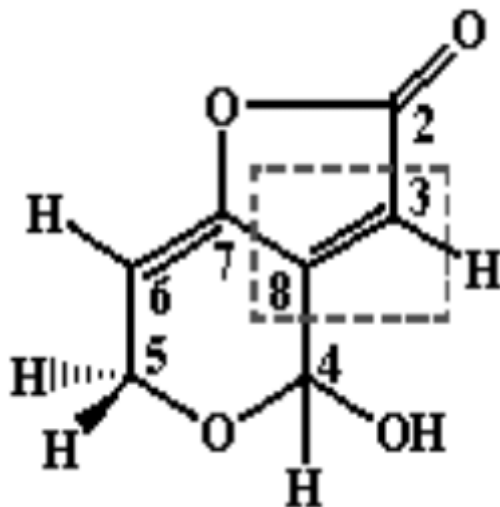
4.6 OCORRÊNCIA DE PATULINA EM MAÇÃS E SUCOS DE MAÇÃS

Existem vários estudos a respeito da incidência da PAT em maçãs e produtos de maçãs em diversos países como África do Sul, Brasil, Cuba, Estados Unidos, País Basco, Suécia, Turquia, Bélgica, Itália, Irã e Japão. Dentre estes países somente o Irã, Turquia e Estados Unidos apresentaram níveis elevados de PAT acima de 50g/L. Porém os dados ainda não são suficientes para uma conclusão a respeito da incidência de PAT nestes países. A PAT ainda é um contaminante presente em alimentos industriais e devem ser realizadas mais pesquisas sobre a presença desta toxina em alimentos (IHA, 2006).

As maçãs são frutos com alta atividade de água e propriedades físico-químicas que as tornam altamente perecíveis e susceptíveis a ação de microorganismos, sendo eles cumpridor da maior parte de perdas neste produto. Dentre estes, os bolores e leveduras se fazem os principais causadores de maior impacto em frutas armazenadas causando perdas substanciais. Maçãs sadias carregam uma carga de bolores da ordem de 10³ a 10⁵ organismos por fruta, sendo *Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Mucor spp.* as espécies mais comuns (SALOMÃO, 2009).

Outro fator que influencia diretamente na ocorrência de patulina em maçãs e sucos de maçãs é a podridão azul (*Penicillium spp.*), doença que se prolifera em maçãs com danos mecânicos ou muitas vezes em estado de putrefação, onde forma uma camada de bolor azul e de aparência macia no fruto (SANT'ANA, 2007).

Figura 4: Estrutura molecular da Patulina



Fonte: MOSS, 2008

4.7 ELIMINAÇÃO DA PATULINA

4.7.1 MAÇÃ

Uma das formas de evitar a contaminação por PAT é eliminar o fungo produtor da toxina. O hipoclorito de sódio, ao ser usado na lavagem de frutas, não permite a colonização de fungos e assim não ocorre produção de PAT. Da mesma maneira o peróxido de hidrogênio tem mostrado ser inibidor do crescimento de *P. expansum* (WELKE, 2008).

4.7.2 SUCO DE MAÇÃ

O uso de conservantes durante o processamento industrial de fruta, capazes de preservar a qualidade dos produtos derivados, tornou-se uma necessidade para garantir a segurança alimentar. O metabissulfito possui a propriedade de degradar a PAT. O ácido ascórbico e o ascorbato são aditivos permitidos em alimentos e sua presença em suco de maçã contribui para diminuição da concentração de PAT (WELKE, 2008).

O carvão ativo, por suas propriedades adsorventes, foi usado para reduzir os níveis de PAT em suco de maçã. Foi desenvolvido e caracterizado um material composto a base de carbono, que consistiu de partículas ultrafinas de carvão ativo ligado a grãos de

quartzo. Neste estudo, para confirmar a eficiência do material desenvolvido em remover a PAT de solução aquosa, foi utilizado *Hydra attenuata* um organismo aquático, que possui baixa tolerância a toxinas. Sua sensibilidade a torna ideal para avaliar a toxicidade de diversos compostos químicos, como a PAT. Os resultados indicaram que o material desenvolvido reduz o nível de contaminação. No entanto, a aparência e o sabor podem ser afetados pelo tratamento com o carvão ativo (IHA, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diante dos resultados obtidos, a PAT apresenta um campo amplo para discussão, visto que não há uma quantidade significativa de estudos disponíveis na literatura investigando seus supostos malefícios e contaminações. Os estudos e pesquisas encontradas embora possuam resultados de estudos incluindo aplicação laboratorial, ainda encontram-se em fase de investigação. Porém, os resultados promissores obtidos levam a crer também na viabilidade de consumo do suco de maçã sem quaisquer contaminação. A seguir, discutimos as características da PAT e sua ocorrência em sucos de maçãs sobre as quais foi possível identificar certo grau de consenso na comunidade acadêmica e o que ainda necessita de mais investigação, além das principais perspectivas futuras apontadas pelos estudos.

- **Indícios Obtidos:** de acordo com os resultados, encontramos índices de PAT aceitáveis segundo o *Codex Alimentarius*, apresentando um consumo seguro, tendo baixo desenvolvimento de patulina em sucos devidamente bem manipulados, sendo seguro ao que se refere a contaminação e efeitos tóxicos ao organismo. Além disso, a aplicação de metabissulfito possibilita a degradação considerável da patulina, auxiliando na minimização do problema permitindo a redução do nível de contaminação. Uma indicação forte desses estudos é de que patulina pode ser reduzida consideravelmente em sucos de maçãs através de da seleção de frutos menos deteriorados e aplicação de aditivos alimentares, como ácido ascórbico e o ascorbato (GOMES e CAMINHA, 2014).
- **Questões em Aberto:** apesar dos resultados promissores obtidos, certos pontos sobre a patulina ainda não foram esclarecidos de forma satisfatória, requerendo maior investigação. Como exemplo, citando a necessidade de estudo sobre a PAT não é destruída pelo calor e ser estável em pH ácido, que são responsáveis por

perdas consideráveis em maçãs e sucos de maçãs em pomares e indústrias, apresentando índices que sejam representativos ao ambiente industrial. Muitos dos estudos observados utilizam estocagem prolongada, pela ação de sulfito, ácido ascórbico, fermentação alcoólica e pelo tratamento com carvão ativo para reduzir a proliferação de PAT em maçãs e produtos de maçãs. Outro importante fator a ser investigado é qual seria a concentração ótima entre aditivo e quantidade de produto a ser produzido e estocado. A hipótese de que PAT diminui com a estocagem e aplicação de aditivos foi estudada e apresentou resultados satisfatórios. Uma possível melhoria seria direcionar a aplicação de cada aditivo de acordo com o conjunto de características do suco, influenciando diretamente na qualidade. Além disso, é necessário avaliar o impacto e a quantidade de aditivos a serem adicionados ao suco de maçã (MORESI, 2003).

- **Perspectivas Futuras:** como sugestão para estudos futuros, indicamos a necessidade de uma avaliação mais rigorosa sobre a patulina, qual a sua reação no organismo humano e em qual porcentagem pode apresentar uma toxicidade aguda ou crônica. A avaliação da qualidade do suco de maçã adicionado de metabissulfito, ácido ascórbico e ascorbato, podendo prover uma melhoria significativa do produto ou uma reação alérgica ao consumidor. Um outro ponto sugerido é a caracterização bioquímica de cada substância e aditivo para uma melhor aplicação e resultados na qualidade, passando por análises e pré-avaliações com o objetivo de minimizar possíveis discrepâncias e melhoramento contínuo (GALVÃO et al, 2014).

Diante do tema deste trabalho de conclusão de curso foram feitas pesquisas com o total de 50 voluntários com faixa etária de 22 à 57 anos, sendo composta principalmente por pessoas do sexo feminino, onde responderam 4 perguntas sobre Patulina e sua ocorrência no suco de maçã, sendo as seguintes;

1- Você consome frequentemente suco de maçã industrializado?

SIM NÃO NENHUMA DAS OPÇÕES

2- Você consome frequentemente suco de maçã natural?

SIM NÃO NENHUMA DAS OPÇÕES

3- Já ouviu falar da Patulina?

SIM NÃO NENHUMA DAS OPÇÕES

4- Já se sentiu mal após consumir suco de maçã?

SIM NÃO NENHUMA DAS OPÇÕES

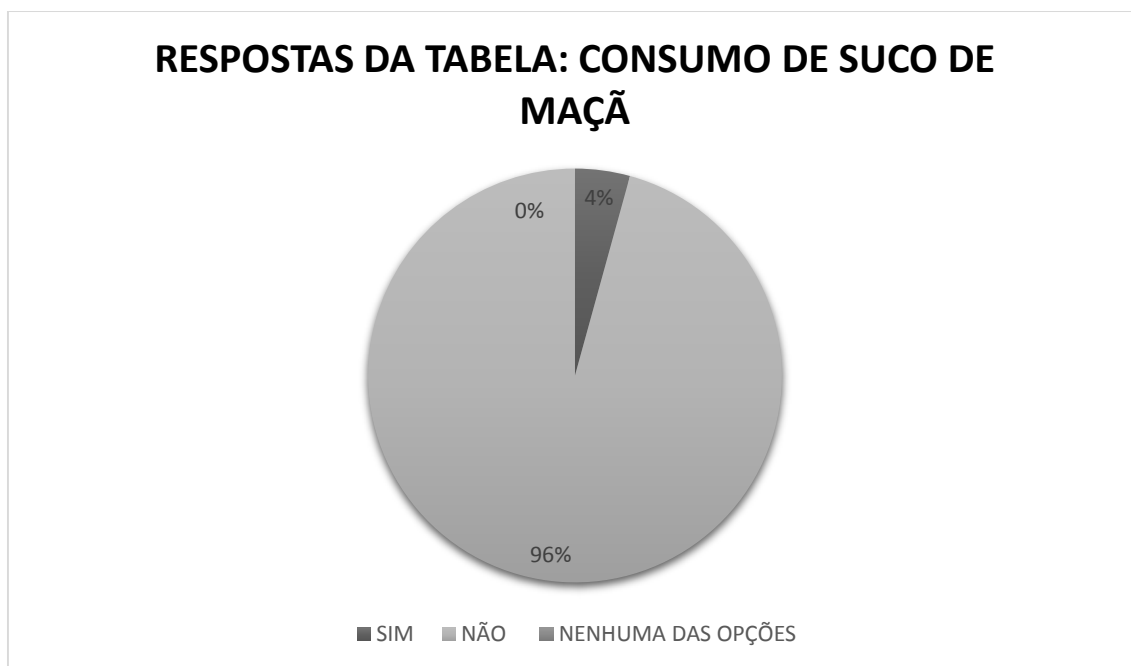
Tabela 2: Consumo de suco de maçã

CONSUMO DE SUCO DE MAÇÃ			
PERGUNTAS	RESPOSTAS EM %		
	SIM	NÃO	NENHUMA DAS OPÇÕES
Você consome frequentemente suco de maçã industrializado?	4%	96%	0
Você consome frequentemente suco de maçã natural?	8%	92%	0
Já ouviu falar da Patulina?	1%	99%	0
Já se sentiu mal após consumir suco de maçã?	0	100%	0

Fonte: Próprio Autor, 2019.

De acordo com as respostas montou-se uma tabela para uma melhor visualização das mesmas, onde os voluntários com faixa etária e idade distintas tiveram respostas similares, onde 100% dos voluntários nunca se sentiram mal após consumir suco de maçã e 96% dos voluntários consomem frequentemente suco de maçã industrializado, o que mostra que esses aspectos não influenciaram nas respostas, mas sim o costume de consumir suco de maçã.

Figura 5: Consumo de suco de maçã



Fonte: Próprio Autor, 2019.

Na Figura 5 apresentada acima pode-se observar que as respostas não tiveram muita variação e que 96% das respostas foram “não” para as 4 perguntas, 99% dos voluntários nunca ouviram falar de patulina e 92% não consomem suco natural de maçã, o que afirma que o baixo consumo da população brasileira de suco de maçã está diretamente ligada ao hábito e não ao desconhecimento da patulina que se faz presente no mesmo. Entretanto esse baixo consumo está relacionado diretamente com a cultura nacional e não com a possível micotoxina, já que os mesmos em sua maioria desconhecem sua existência e seu possível risco a saúde humana e também animal.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do estudo dessa revisão bibliográfica, pode-se concluir que, a patulina é uma micotoxina oriunda do metabolismo secundário dos fungos, sendo esta uma substância tóxica, podendo causar ao organismo humano efeitos genotóxicos, mutagênicos, imunossupressores e neurotóxicos.

Está presente em maçãs por ser uma fruta altamente perecível e sensível, tendo suas propriedades como ótimo substrato para a proliferação de fungos, em especial o *P. expansum*, responsável pela produção da patulina.

Sua presença pode ser reduzida e até mesmo controlada através de aditivos alimentares como o ácido ascórbico e ascorbato, metabissulfito em sucos prontos e lavagem das maçãs com hipoclorito de sódio.

Ainda é necessário que ocorram mais estudos sobre a patulina e seu efeito no corpo humano, onde se teria um maior conhecimento sobre a mesma, possibilitando então sua melhor compreensão e novas maneiras de reduzi-la, ou até mesmo acabar com sua presença não só em sucos de maçãs, mas também em outros alimentos, como frutas, sucos, vegetais, cereais.

6. REFERÊNCIAS

ANDRADE, C.; MENDES, L.; MACEDO, M.; GURGEL, T.; RAMALHO, **PROCEDIMENTO DE ANÁLISES LABORATORIAIS - GRAU BRIX**. Agrocarelos, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. 2013.

ASKAR, A. **PATULIN IN APPLE JUICE AND CHILDREN'S APPLE FOOD: PART I. TOXICOLOGICAL AND LEGAL ASPECTS**. Fruit Processing, [S.1.], v. 9, n. 3, p. 74-78, 1999.

BARREIROS, A.L.B.S.; DAVID, J.M.; DAVID, J.P. **ESTRESSE OXIDATIVO: RELAÇÃO ENTRE GERAÇÃO DE ESPÉCIES REATIVAS E DEFESAS DO ORGANISMO**. Química Nova, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 113-123, 2006.

FLORIANO, L. **MODELAGEM MATEMÁTICA DA INATIVAÇÃO DE *Penicillium expansum* EM SUCO DE MAÇÃ POR RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA**. DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS. Dissertação de defesa de banca. Florianópolis, 12 abr. 2017.

FORSYTHE, S. J. **MICROBIOLOGIA DA SEGURANÇA ALIMENTAR**. Porto Alegre: Artmed, 2000. 424 p.

GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. **REVISÕES SISTEMÁTICAS DA LITERATURA: PASSOS PARA SUA ELABORAÇÃO**. Revista Epidemiologia e Serviços de Saúde. Distrito Federal, 2014.

GOMES, I. S.; CAMINHA, I.O. **GUIA PARA ESTUDOS DE REVISÃO SISTEMÁTICA: UMA OPÇÃO METODOLÓGICA PARA AS CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO**. Movimento (ESEF/UFRGS), Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 395-411, mar., 2014.

IHA, M. H. **SUCO DE MAÇÃ: METODOLOGIA ANALÍTICA PARA DETERMINAÇÃO DE PATULINA E QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA**. São Paulo, 2006, 150p. Tese (Doutorado em ciências – Área de Concentração: Pesquisas Laboratoriais em Saúde Pública) – Coordenadoria de controle de doenças da secretaria de estado da saúde de São Paulo.

MAPA. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 01, DE 7 DE JANEIRO DE 2000.** MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. São Paulo, 07 Jan. 2000.

MAPA. **PORTARIA 50/2011 Nº PORTARIA Nº 50, DE 17 DE FEVEREIRO DE 2011.** MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. São Paulo, 17 fev. 2011.

MAZIERO, M. T.; BERSOT, L. S. **MICOTOXINAS EM ALIMENTOS PRODUZIDOS NO BRASIL.** REVISTA BRASILEIRA DE PRODUTOS AGROINDUSTRIAIS, Campina Grande, p. 13, 8 jan. 2010.

MORESI, E. **MÉTODOS DE PESQUISA.** Brasília: Universidade Católica de Brasília, 2003.

MOSS, M. O. **FUNGI, QUALITY AND SAFETY ISSUES IN FRESH FRUITS AND VEGETABLES.** Applied Microbiology, Oxford, v. 104, n. 5, p. 1239-1243, 2008

NOGUEIRA, A.; TEIXEIRA, S. H. M.; DEMIATE, I.; WOSIACKI, G. **INFLUÊNCIA DO PROCESSAMENTO NO TEOR DE MINERAIS EM SUCOS DE MAÇÃS.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2007.

PFANNHAUSER, W.; FENWICK, G.R.; KHOKHAR, S. **BIOLOGICALLY-ACTIVE PHYTOCHEMICALS IN FOOD, ANALYSIS, METABOLISM, BIOAVAILABILITY AND FUNCTION, THE ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY,** Cambridge, 2001.

RICE-EVANS, C. **FLAVONOID ANTIOXIDANTS, CURR. Med. Chem.** 8, p. 797–807, 2001.

ROSS, G.U.; TANIWAKI, M.H.; SABINO, M.; VIZONI, T.; HIROOKA, E.Y., 1998. **PRODUÇÃO DE PATULINA EM MAÇA (MALUS DOMESTICA BORKHAUSEN), CULTIVARES GALA E FUJI, INOCULADAS COM PENICILLIUM SPP.** Ciênc. Tecnol. Aliment., 18: 63-67, 1998.

SADIK, C.D.; SIES, H.; SCHEWE, T. **INHIBITION OF 15-LIPOXYGENASES BY FLAVONOIDS: STRUCTURE–ACTIVITY RELATIONS AND MODE OF ACTION**, *BIOCHEM. Pharmacol.* 65, p. 773–781, 2003.

SALOMÃO, B. C. M. **DETECÇÃO DE PATULINA E DESINFECÇÃO DE MAÇÃS DESTINADAS À PRODUÇÃO DE SUCO**. 2009. Tese de doutorado (Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos) - Doutorado, Florianópolis, Maio de 2009

SANT ‘ANA, A. S. **AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DO RISCO DA PATULINA EM SUCO DE MAÇÃ**. 2007. Dissertação (Mestre em ciência de alimentos) - Mestrando, Campinas, 2007.

SANTOS, R.P.A. **PÓS-COLHEITA DE MAÇÃS NA EMPRESA MANÁ MAÇÃ LTDA**, São Joaquim, Santa Catarina. 2015. 61f. Relatório de Estágio Obrigatório - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

WELKE, J. E.; HOELTZ, M.; DOTTORI, H. A.; NOLL, I. B. **OCORRÊNCIA, ASPECTOS TOXICOLÓGICOS, MÉTODOS ANALÍTICOS E CONTROLE DA PATULINA EM ALIMENTOS**. Revisão bibliográfica, Santa Maria, 12 abr. 2009.

WELKE, J. E. **FUNGOS TOXIGÊNICOS EM MAÇÃS E OCORRÊNCIA DE PATULINA NOS SUCOS DERIVADOS**. 2008. Dissertação (Curso de pós graduação em ciência e tecnologia de alimentos) - Mestrando, Porto Alegre, 2008.