

UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO

SIMONE DE OLIVEIRA GALVÃO DA SILVA

**CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DA APLICAÇÃO
DE GLUTAMATO MONOSSÓDICO EM
FORMULAÇÕES COM REDUÇÃO DE SÓDIO E
AÇÚCARES**

BAURU
2013

SIMONE DE OLIVEIRA GALVÃO DA SILVA

**CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DA APLICAÇÃO
DE GLUTAMATO MONOSSÓDICO EM
FORMULAÇÕES COM REDUÇÃO DE SÓDIO E
AÇÚCARES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química, sob Orientação da Prof^ª. Me. Ana Lúcia Teixeira Magalhães.

BAURU
2013

S5868c Silva, Simone de Oliveira Galvão da

Contribuição para o estudo da aplicação de glutamato monossódico em formulações com redução de sódio e açúcares / Simone de Oliveira Galvão da Silva -- 2013. 42f. : il.

Orientadora: Prof^a. Me. Ana Lúcia Teixeira Magalhães.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade do Sagrado Coração – Bauru – SP.

1. Umami. 2. Glutamato monossódico. 3. Processo de obtenção. 4. Sensorial de sabor. I. Magalhães, Ana Lúcia Teixeira. II. Título.

SIMONE DE OLIVEIRA GALVÃO DA SILVA

**CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DA APLICAÇÃO DE
GLUTAMATO MONOSSÓDICO EM FORMULAÇÕES COM REDUÇÃO
DE SÓDIO E AÇÚCARES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas da Universidade do Sagrado Coração como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química, sob a orientação da Prof^a. Me. Ana Lúcia Teixeira Magalhães.

Banca examinadora:

Prof^a. Me. Ana Lúcia Teixeira Magalhães
Universidade do Sagrado Coração

Prof. Me. André Luiz Antunes de Almeida
Universidade do Sagrado Coração

Prof. Dr. Herbert Duchatsch Johansen
Universidade do Sagrado Coração

Bauru, 9 de dezembro de 2013.

Dedico este trabalho de conclusão de curso a minha família e amigos por todo amor, compreensão e dedicação, me deixando mais tranquila nos momentos mais difíceis do curso e no decorrer deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, da saúde, do amor e da sabedoria.

A toda a minha família por me fazer imensamente feliz.

Ao meu esposo Ériwan Franklin da Silva pelo apoio e incentivo todos os dias.

A querida professora Ana Lúcia Teixeira Magalhães pela sua amizade, paciência, compreensão, dedicação e imprescindível orientação acadêmica.

Ao professor e coordenador do curso André Luiz Antunes de Almeida pela dedicação, incentivo e compreensão que iluminaram os meus pensamentos.

A todos os professores que tive o grande privilégio de conhecer, que utilizaram seu tempo para ensinar, fosse com exigentes cobranças, palavras de apoio ou histórias de superação me serviram de profunda inspiração.

A presença dos amigos, por fazer parte desta experiência comigo tornando os dias mais felizes, e principalmente por acreditarem em mim.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente contribuíram com carinho e atenção para que esse sonho se tornasse realidade.

“A sabedoria de um ser humano não está no quanto ele sabe, mas no quanto ele tem consciência de que não sabe”.
(Augusto Cury)

RESUMO

O presente estudo visa suprir uma necessidade da revisão de trabalho referente ao glutamato monossódico. Com isso buscar o conhecimento mais aprofundado das situações, características e segurança no uso do glutamato monossódico como aditivo alimentar. A compreensão da importância deste componente em alimentos com redução de sal e açúcar com o objetivo de manter a característica sensorial de um produto tradicional, além de ofertar um gosto diferenciado aos alimentos reconhecido sensorialmente como umami, ou seja, o quinto sabor, também chamado como “verdadeiro sabor”. A aplicação de um aditivo como este vem ao encontro da necessidade industrial e mercadológica do momento econômico atual. O glutamato monossódico é o sal de sódio do ácido glutâmico, que é geralmente encontrado em conjunto a outros aminoácidos como parte de uma proteína ou em forma livre em tecidos de plantas e animais. No entanto, é o glutamato livre que desempenha papel importante no sabor e na palatabilidade dos alimentos, e também é um aminoácido mais importante no metabolismo humano. É o produto da transaminação do α -cetoglutarato no ciclo de Krebs, participando então na produção de metabolitos como o piruvato e/ou o oxaloacetato, que participam em vias metabólicas como a gliconeogênese, a glicólise do ciclo dos ácidos tricarboxílicos. A produção industrial do glutamato monossódico baseia-se no isolamento a partir do glúten de trigo por fontes naturais, e processos fermentativos como alternativa para suprir a crescente demanda por este aditivo, com a hidrólise com ácido aquoso. Onde geralmente contém: carboidrato, peptona, sais inorgânicos e biotina em uma concentração adequada e controlada.

Palavras-chave: Umami. Glutamato monossódico. Processo de obtenção. Sensorial de sabor.

ABSTRACT

This study aims to fill a need to review work related to monosodium glutamate. Thus, seek a deeper knowledge of the situations, features and security in the use of monosodium glutamate as a food additive. Understanding the importance of this component in foods with reduced salt and sugar in order to maintain the sensory characteristics of traditional products, in addition to offering a different taste to food, sensory recognized as umami, or the fifth taste, also called as "real taste". The application of an additive such as this meets the industrial and market needs of the current economic times. Monosodium Glutamate is the sodium salt of glutamic acid, which is generally found in combination with other amino acid as part of a protein or free in fabrics form of plants and animals. However, it is free glutamate plays an important role in the flavor and palatability of foods, and is also an important amino acid in the human metabolism. It is the product of the transamination of α -ketoglutarate in the Krebs cycle, then participate in the production of metabolites like pyruvate and / or oxaloacetate metabolic pathways involved in gluconeogenesis and glycolysis in the citric acid cycle. The industrial production of monosodium glutamate is based on isolation from wheat gluten from natural sources, and fermentation processes as an alternative to meet the growing demand for this additive, hydrolysis with aqueous acid. Where usually contains: carbohydrate, peptone, inorganic salts and biotin in a proper and controlled concentration.

Keywords: Umami. Monosodium glutamate. Obtaining process. Sensory flavor.

LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	A interação para qualidade sensorial.....	13
Figura 2 -	Sistema sensorial do paladar.....	17
Figura 3 -	Regulamento técnico que aprova o uso de aditivos com função de realçadores de sabor, estabelecendo limites máximos para alimentos.....	21
Figura 4 -	Estrutura do ácido glutâmico.....	24
Figura 5 -	Estrutura Química e Modelo Molecular do Glutamato Monossódico.....	25
Figura 6 -	Produção do ácido glutâmico pelo método fermentativo a partir da sacarose.....	28
Figura 7 -	Biossíntese do ácido L- glutâmico utilizando glicose como fonte de carbono.....	29
Figura 8 -	Biossíntese do ácido L- glutâmico utilizando acetato como fonte de carbono.....	31
Figura 9 -	Fermentadores utilizados na produção do ácido glutâmico.....	32
Figura 10 -	Processo de obtenção do glutamato monossódico.....	34
Figura 11 -	Biorreatores em escala piloto para testes laboratoriais e detalhamento.....	35
Figura 12 -	Tipos de biorreatores utilizados na indústria.....	36

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS.....	11
2.1	GERAL	11
2.2	ESPECÍFICO.....	11
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
3.1	DEFINIÇÕES SOBRE SENSORIAL: SABORES	12
3.1.1	Breve histórico sobre sensorial: sabores	13
3.2	CLASSIFICAÇÃO DOS SABORES SENSORIAIS	14
3.2.1	Sabor Doce.....	14
3.2.2	Sabor Amargo.....	14
3.2.3	Sabor Azedo.....	14
3.2.4	Sabor Umami	15
3.2.5	Sabor Salgado	15
3.3	RECEPTORES DO SABOR.....	16
3.4	LEGISLAÇÃO	18
3.5	DOSAGEM DIÁRIA PERMITIDA.....	20
3.6	GLUTAMATO MONOSSÓDICO.....	22
3.7	PRODUTO QUÍMICO – CLASSIFICAÇÃO	23
3.8	PROPRIEDADES FÍSICAS	23
3.9	PROPRIEDADES QUÍMICAS	24
3.10	DIFERENÇA ENTRE ÁCIDO GLUTÂMICO E GLUTAMATO MONOSSÓDICO	24
3.11	REALÇADOR DE SABOR.....	25
3.11.1	Funções dos realçadores de sabor	26
3.11.2	Realçador salgado.....	26
3.11.3	Realçador doce.....	26
3.12	PRODUÇÃO E PROCESSO	27
3.12.1	Processo microbiológico.....	31
3.13	EQUIPAMENTOS.....	34
3.14	APLICAÇÕES NA INDÚSTRIA	37
4	CONCLUSÃO	39
	REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

A importância da ingestão do glutamato monossódico nos alimentos é influenciada principalmente pela sua palatabilidade, ou seja, os gostos básicos e sabor. Pesquisas apontam que o glutamato estimula receptores específicos da língua, relacionados ao gosto umami. Os alimentos que o contém em sua composição apresentam sabor mais forte, encorpado e não enjoativo. (REYES, 2011).

Dessa forma, os alimentos teriam um sabor inferior se não fosse a aplicação de glutamato monossódico como componente ou como tempero em determinadas proporções. Esse contribuiu na transformação industrial de produtos agropecuários, como tomate, queijos, peixes, carnes, soja e cana-de-açúcar que levam a substância em seu processamento. (TEIXEIRA, 2009).

Assim, Reyes (2011), destaca que o glutamato monossódico pode existir na forma ligada como parte da proteína em conjunto a outros aminoácidos ou ser encontrado na forma livre em tecidos de plantas e animais. O glutamato monossódico é considerado uma excitotoxina, ou seja, superexcita as células nervosas, sendo utilizado como um transmissor de impulsos nervosos que contribui na ingestão de dietas restritivas de açúcar, sal, gorduras, promovendo maior aceitabilidade e satisfação de grupos populacionais com necessidades nutricionais comprometidas por enfermidades. Atua como um importante neurotransmissor fundamental para a aprendizagem e memória, estados psicológicos alterados e pacientes hospitalizados que requerem cuidados específicos relacionados a seu estado de saúde.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Obter maiores informações do glutamato monossódico, devido a grande importância e emprego no mundo todo, assim como o seu uso como ingrediente alimentar, estudar por meio deste trabalho as suas principais propriedades e utilização na alimentação, e detalhar os principais processos de obtenção.

2.2 ESPECÍFICO

- Contribuir para o estudo do glutamato monossódico;
- Buscar por maiores informações e conhecimentos sobre o glutamato monossódico e a sua segurança como aditivo alimentar;
- Descrever o seu processo de obtenção.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 DEFINIÇÕES SOBRE SENSORIAL: SABORES

A indústria de alimentos sempre se preocupou com os parâmetros de qualidade sensorial de seus produtos, por isso varia os métodos utilizados de medição de acordo com o estágio de evolução tecnológica da indústria. A determinação da palatabilidade envolve vários sistemas sensoriais, incluindo a visão, que nada mais é que a aparência e cor do alimento a ser ingerido; o olfato, por meio dos compostos voláteis desprendidos do alimento; a audição, que envolve a crocância e tato observando a textura do produto. (BEHRENS *et al.*, 2011).

A análise sensorial é definida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, NBR12806; 1993) como a disciplina científica utilizada para provocar, medir, analisar e interpretar reações produzidas pelas características dos alimentos e materiais, e são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição.

O sabor é uma das propriedades sensoriais da cavidade bucal relacionadas ao paladar percebidas na boca com sensações olfativas, gustativas e táteis durante a degustação, ou seja, é a identificação pelas papilas gustativas das características dos alimentos que é influenciado pelos seus efeitos, é o que diferencia um alimento do outro. Quando um sabor não pode ser definido claramente é denominado “*sui generis*”, termo latim que significa algo peculiar, porém por meio da análise sensorial, pode-se obter o perfil do sabor do alimento, que consiste na descrição de cada componente de um produto. Contudo, algumas características devem ser levadas em consideração em alguns alimentos como o tempo de percepção e o sabor residual que permanece na boca após o alimento digerido. (TEIXEIRA, 2009).

Conforme o esquema na Figura1, o homem possui uma habilidade natural de avaliar alimentos, e as características do sistema gustativo sempre foi de extrema importância na sua evolução e sobrevivência, pois auxilia na identificação de alimentos benéficos à saúde e ou mesmo letais, o que permite detectar fontes de energia e nutrientes essenciais, e alimentos perigosos que contém toxinas, estragados ou venenosos. (FREITAS, 2008).

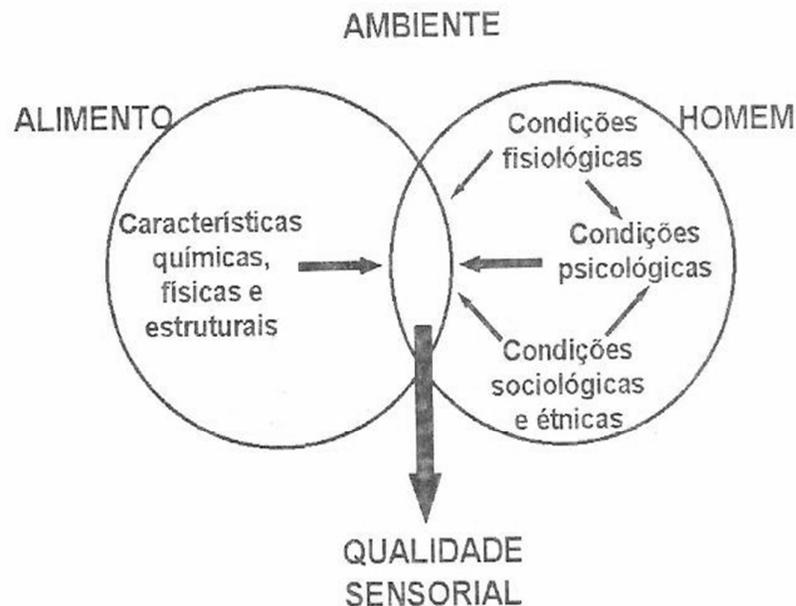


Figura 1 - A interação para qualidade sensorial.
 Fonte: Freitas (2008).
 Nota: Adaptado pela autora.

3.1.1 Breve histórico sobre sensorial: sabores

De acordo com Teixeira (2009), no ano de 1929, foi realizada pela primeira vez na Europa a análise sensorial, com o objetivo de controlar a qualidade em cervejarias e destilarias. Nos Estados Unidos, durante a Segunda Guerra Mundial, com a necessidade de se produzir alimentos de qualidade para os soldados do exército foram realizados métodos de aplicação da degustação, técnicas de análise sensorial e tratamento estatístico.

Essa prática chegou ao Brasil por volta de 1954 no laboratório de degustação da seção de Tecnologia do Instituto Agrônomo de Campinas, em São Paulo, para avaliar a qualidade e especificações do café, mas somente em 1980, a área sensorial começou a ter maior ênfase a expandir, com o incentivo do *Institute of Food Technologists* (IFT), onde o primeiro livro sobre a análise sensorial como controle da qualidade em indústrias alimentícias foi escrito por Muños *et al.* (1992). (TEIXEIRA, 2009).

3.2 CLASSIFICAÇÃO DOS SABORES SENSORIAIS

3.2.1 Sabor Doce

O sabor doce nos alimentos permite que identifiquemos os alimentos ricos em energia decorrente das moléculas de açúcares dissolvido na saliva durante a sua mastigação que se liga a receptores específicos localizados nas microvilosidades da célula do gosto. Esses receptores estão associados a proteínas G, proteína regulada pela guanosina trifosfato (GTP), e quando a molécula edulcorante se liga ao receptor, a subunidade alfa da proteína G dissocia-se do complexo, ativa uma enzima que transforma um precursor em um segundo mensageiro e, então bloqueia os canais de potássio (K^+), impedindo a saída desse íon da célula do gosto. A carga positiva da célula aumenta, levando-a a despolarização, liberação de neurotransmissores e estimulação até o cérebro. (FREITAS, 2008).

3.2.2 Sabor Amargo

A percepção amarga tem um papel particularmente importante, pois muitas substâncias naturalmente tóxicas possuem gosto amargo para os seres humanos, e praticamente todas as espécies animais mostram uma resposta aversiva para esses sabores, Chandrashekar (2000) sugere que a percepção do amargo evoluiu como uma chave mecanismo de defesa contra a ingestão de substâncias nocivas.

O amargo nas células receptoras gustativas é identificado por proteínas G e pelos seus receptores acoplados, ou seja, quando as substâncias dissolvidas na saliva interagem com a proteína G do receptor da célula do gosto, provoca a liberação de íons cálcio (Ca^+) do retículo endoplasmático da célula levando-a despolarização, liberação de neurotransmissores e transmissão dos “impulsos nervosos” provocados pelo estímulo ácido até o cérebro. (YONEDA *et al.*, 2011).

3.2.3 Sabor Azedo

A percepção do gosto azedo é provocada pelos íons de hidrogênio (H^+) liberados dos ácidos presentes nos alimentos durante a mastigação. Esses íons

interagem com a célula do gosto de três formas: diretamente na célula do gosto por meio dos canais iônicos; bloqueando os canais iônicos de potássio (K^+) situados nas microvilosidades e impedindo a saída desse íon; ligando e abrindo canais iônicos das microvilosidades permitindo a entrada de íons positivos dentro da célula. A carga positiva na célula é aumentada levando-a despolarização, isto é, a liberação de neurotransmissores e transmissão dos “impulsos nervosos” provocados pelo estímulo ácido até o cérebro. (FREITAS, 2008).

3.2.4 O sabor Umami, o verdadeiro sabor

De acordo com Reyes (2011), o sabor umami se deve a presença do ácido glutâmico e aos ribonucleotídeos monofosfato de inosina e guanosina, presentes naturalmente nas carnes, peixes, vegetais e lácteos. A palavra Umami é de origem japonesa, na qual “umai” significa delicioso e “mi” significa essência. Esse gosto harmoniza-se com outros gostos básicos, no sentido de uma sinergia que aumenta, prolonga e complementa o sabor original.

A percepção dos componentes em uma comida ou bebida, como odor, textura e sabor, unidos à temperatura, provêm uma sensação que identifica a alimentação típica e única de cada região. Quando aminoácidos ligam-se à proteína G dos receptores da célula do gosto o segundo mensageiro é ativado, e as etapas intermediárias que levam à liberação dos neurotransmissores não foram ainda totalmente elucidadas. São conhecidas na natureza três substâncias com o sabor umami: glutamato monossódico (MSG), guanilato dissódico (GMP) e inosilato dissódico (IMP). (REYES, 2011).

3.2.5 Sabor Salgado

A percepção do gosto salgado inicia-se na mastigação, quando os íons sódio (Na^+), liberado do sal, cloreto de sódio ($NaCl$), presente no alimento entra em contato com a célula do gosto por meio dos canais iônicos presentes nas microvilosidades e nas paredes da célula aumentando o potencial com o estímulo da salivagem. (SILVA, 2011).

O sal nos alimentos provoca uma alteração eletroquímica, ocorrendo uma despolarização na célula, então os cátions (Cl^-) entram na célula liberando neurotransmissores armazenados em seu interior. Dessa forma Silva (2011) destaca que os neurotransmissores podem ser considerados “sinais químicos” utilizados por neurônios para comunicarem-se entre si, pois transmitem para o cérebro através de uma cadeia de neurônios.

3.3 RECEPTORES DO SABOR

A escolha e a preferência por alimentos estão associada a diversos fatores, como necessidade de se alimentar, desejo ou prazer. O sentido da audição pode, por exemplo, remeter a uma lembrança festiva, como o barulho de uma garrafa se abrindo. O sentido da visão nos ajuda a escolher o que vamos colocar no prato, através de sua aparência. Já o olfato é um sistema ainda mais complexo, pois abrange uma gama de moléculas que proporciona aroma aos alimentos, e que nos faz descrever o sabor do que estamos ingerindo. O estímulo aromático pode ser alcançado pelo epitélio olfatório através de dois caminhos: via nasal, durante o ato de cheirar e via oral, durante o consumo do alimento conforme mostra a figura 2. (TEIXEIRA, 2009).

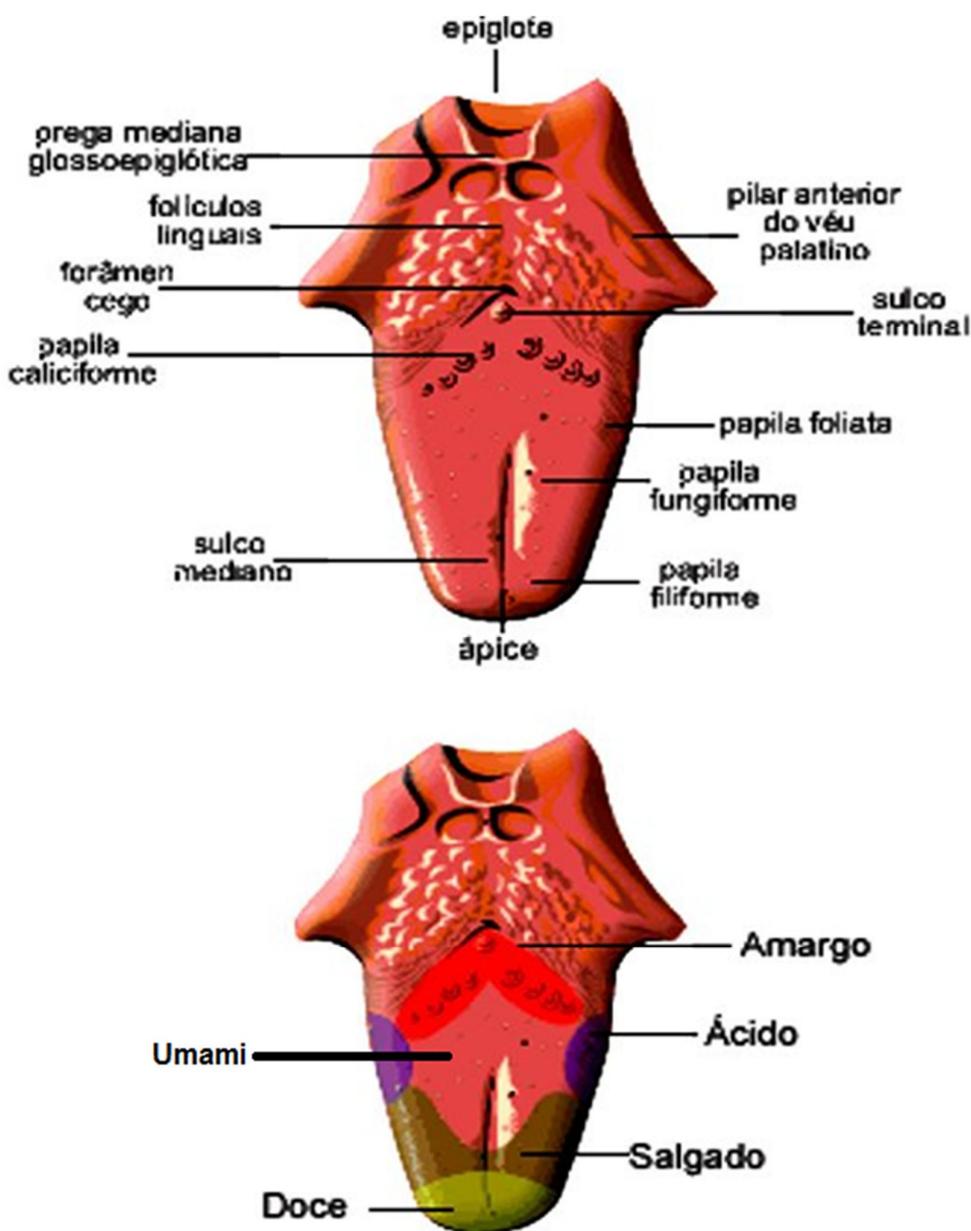


Figura 2 - Sistema sensorial do paladar.
 Fonte: Os receptores... [2012?].

Após a ingestão do alimento, onde moléculas aromáticas voláteis são liberadas da matriz alimentícia e chegam até a cavidade nasal através da faringe, estimulando receptores da fenda olfativa, receptores específicos são expressos no epitélio, mais especificamente nos cílios dos neurônios olfatórios, os quais promovem uma sinalização química que leva a percepção dos aromas para o cérebro conforme o esquema mostrado na figura 2. A maioria dos genes para

receptores olfatórios são acoplados à proteína G, sendo que mais de 450 genes desta família de receptores foram encontrados no genoma humano. (FREITAS, 2008).

No estudo de Smith (2012), o paladar e o olfato estão ligados intrinsecamente ao sabor dos alimentos; e as percepções variam de indivíduo para indivíduo e a uma série de fatores ligados na capacidade de saborear um alimento. No entanto, por mais que estudos mapeiem nossos cérebros ou identifiquem receptores, cada indivíduo terá diferentes encontros com o sabor, através de suas experiências, as quais serão afetadas pela época vivida, memória e constituição cultural.

3.4 LEGISLAÇÃO

No Brasil a legislação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, (ANVISA, Portaria nº 540; 1990) define como aditivo a substância intencionalmente adicionada aos alimentos, com a finalidade de conservar (impedindo alterações), intensificar e modificar a suas propriedades, como cor e sabor, desde que não prejudique seu valor nutritivo.

Com o crescimento acelerado da população mundial, conseqüentemente a demanda de alimentos, mais aditivos tem sido empregado; principalmente nos produtos modernos, tais como os de baixo valor calórico, *Fast-Food*, salgadinhos embalados, e eles não seriam possíveis sem os aditivos. O conceito de aditivo nos alimentos é bastante variável de país para país, pois determinada substância poderá ser utilizada como aditivo por um país e ser proibida no país vizinho, acarretando problemas à exportação. (BRASIL, 2011).

A ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, órgão do Ministério da Saúde responsável pela regulamentação, fiscalização e controle de aditivos e alimentos no Brasil, por meio da Resolução RDC nº 265, de 22 de setembro de 2005, que é a resolução da Diretoria colegiada que classifica o realçador de sabor glutamato monossódico como um produto BPF (*quantum satis*), ou seja, com limite máximo de uso baseado na quantidade suficiente para se alcançar um efeito desejado no alimento, o que é estabelecido unicamente para aditivos alimentares considerados de uso seguro. (NERY *et al.*,2012).

Um aditivo autorizado como BPF (Boas Práticas de Fabricação), ou seja, com o limite máximo de uso baseado na quantidade suficiente para se alcançar o efeito desejado no alimento, não significa que pode ser utilizado em qualquer escala e produtos, estes são listados na legislação vigente pela Resolução nº 386, de 05 de agosto de 1999 e na Resolução RDC (RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA) nº 234, de 19 de agosto de 2002 e está sujeita à atualização de acordo com o avanço dos conhecimentos técnicos e científicos. (NERY *et al.*, 2012).

A legislação brasileira sobre aditivos alimentares estabelece que um aditivo somente possa ser utilizado pela indústria alimentícia quando estiverem explicitamente definidos em legislação específica, com as respectivas funções, limites e categorias de alimentos permitidas. (BRASIL, 2011).

A rotulagem de alimentos embalados deve obedecer ao disposto na Resolução RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002, publicada no Diário Oficial da União de 23 de setembro de 2002. Os aditivos devem ser declarados na lista de ingredientes conforme consta no item 6.2.4 desta Resolução. Segundo os artigos 10, 18 do Decreto Lei 986/69, os aditivos devem ser rotulados de acordo com as disposições do Decreto-lei nº 986, de 21 de outubro de 1969 e demais normas que regem o assunto, onde as regras para rótulo de alimento com aditivo e rótulo de aditivo. (BRASIL, 2011).

O glutamato monossódico é reconhecido como INS-621, *International Numbering System*, Sistema Internacional de Numeração de Aditivos Alimentares elaborado pelo Comitê do Codex sobre Aditivos Alimentares e Contaminantes de Alimentos (CCFAC) que estabelece um sistema numérico internacional de identificação dos aditivos alimentares nas listas de ingredientes como alternativa à declaração do nome específico do aditivo.

Os aditivos alimentares devem ser mantidos em observação, reavaliados quando necessário para modificações nas condições de limitações a alimentos específicos, em condições específicas e ao menor nível para alcançar o efeito desejado na sua ingestão não supere os valores de recomendações diária aceitáveis. Os aditivos em alimentos são proibidos quando: houver evidências ou suspeita de que o mesmo não é seguro para consumo pelo homem; interferir no valor nutritivo do alimento; usar para encobrir falhas e alterações no processamento

e nas técnicas de manipulação; induzir o consumidor a erro, engano ou confusão; e quando não estiver autorizado e registrado pela legislação específica.

3.4.1 Dosagem diária permitida

Normas e controles aos ingredientes e aditivos são estabelecidos pelos países e governos a fim de tornar alimentos seguros. O JECFA é o comitê científico internacional de especialistas em aditivos alimentares administrado conjuntamente pela FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura) e pela OMS (Organização Mundial da Saúde); e desde 1956 avalia o risco associado ao consumo de aditivos alimentares em alimentos, esta estabelece que a Ingestão Diária Aceitável (IDA) dos aditivos, valor estimado em miligrama por quilo de peso corpóreo (mg/kg p.c.) pode ser ingerida diariamente, durante toda a vida, sem oferecer risco apreciável à saúde na quantidade mostrada na figura 3. (REYES, 2011).

A concentração de glutamato monossódico utilizada em alimentos usualmente varia entre 0,2% a 1,0% por porção, estudos têm demonstrado que o uso em concentrações maiores não proporciona uma significativa vantagem sobre os efeitos desejados, pois tende a uma estabilização na intensidade da percepção do gosto. (REYES, 2011).

A utilização do realçador de sabor glutamato monossódico é permitida pela Legislação Brasileira, Resolução RDC n°. 1 de 2 de Janeiro de 2001 da Anvisa, não existindo um limite para a sua adição nos alimentos, que corresponde ao “quantum satis”, ou seja, a quantidade necessária para dar o sabor desejado. Atribui ao glutamato monossódico um valor numérico IDA, não especificado ou não limitada, é considerado desnecessário diante às informações disponíveis sobre o mesmo e ao seu emprego de acordo com as Boas Práticas de Fabricação (BPF), ou seja, a substância não representa risco à saúde nas quantidades necessárias para obter o efeito tecnológico desejado. (TONETTO *et al.*, 2008).

Dados atuais de consumo dos Estados Unidos mostram que o consumo per capita de glutamato monossódico é de 4 gramas, ou seja, menos do que uma colher de chá por semana. Este é comparável com estimativas de cerca de 0,55 gramas EUA para o consumidor médio. Em Taiwan, por exemplo, o consumo per capita são

muito mais elevadas, com uma média de 3 gramas por dia. Ainda assim, o corpo humano metaboliza o glutamato adicionado da mesma maneira que metaboliza o glutamato encontrado naturalmente em muitos alimentos, ou seja, uma vez que o glutamato que é ingerido, os nossos corpos não fazem distinção entre as suas origens (NERY *et al.*,2012).

Aditivo Função/Nome	Alimento	Limite máximo g/100g g/100ml
Ácido glutâmico	Alimento para os quais a função esta autorizada	<i>quantum satis</i>
Glutamato de sódio, glutamato monossódico	Alimento para os quais a função esta autorizada	<i>quantum satis</i>
Glutamato de potássio, glutamato de monopotássico	Alimentos para os quais a função está autorizada	<i>quantum satis</i>
Glumato de cálcio, digultamato de cálcio	Alimentos para os quais a função esta autorizada	<i>quantum satis</i>
Glutamato de amônio, glutamato de monoamônio	Alimentos para os quais a função esta autorizada	<i>quantum satis</i>
Guanilato de dissódio, potássio 5'- guanilato	Alimento para os quais a função esta autorizada	<i>quantum satis</i>
Guanilato de potássio, potássio 5'- guanilato	Alimento para os quais a função esta autorizada	<i>quantum satis</i>
Guanilato de cálcio, potássio 5'- guanilato	Alimento para os quais a função esta autorizada	<i>quantum satis</i>
Ácido inosínico	Alimento para os quais a função esta autorizada	<i>quantum satis</i>
Inosinato de dissódico, dissódio 5' - inosinato	Alimento para os quais a função esta autorizada	<i>quantum satis</i>
Inosinato de potássio, potácio 5' - inosinato	Alimento para os quais a função esta autorizada	<i>quantum satis</i>
Inosinato de cálcio, potácio 5' - inosinato	Alimento para os quais a função esta autorizada	<i>quantum satis</i>
Acesulfante de potássio	Goma de mascar	0,08
Aspartame	Goma de mascar	0,25

Figura 3 - Regulamento técnico que aprova o uso de aditivos com função de realçadores de sabor, estabelecendo limites máximos para alimentos.

Fonte: Brasil (2011).

Nota: Adaptado pela autora.

3.5 GLUTAMATO MONOSSÓDICO

O glutamato monossódico é um composto pertencente ao grupo glutamatos; é o sal sódico do ácido glutâmico, aminoácido não essencial; é vendido na forma de um pó branco cristalino e não possui um sabor próprio, que estimula receptores na língua. (TONETTO, 2008).

O primeiro relato da obtenção do ácido glutâmico foi em 1866, quando o químico alemão Ritthausen descreveu a obtenção desse composto puro a partir da hidrólise ácida da gliadina. No entanto, suas propriedades de realçador permaneceram desconhecidas até a primeira década do século XX, quando o professor Kikunae Ikeda, cientista da Universidade Imperial de Tóquio, identificou o ácido glutâmico livre e seus sais como responsáveis pelo sabor distinto presente no caldo feito a partir de Kombu, um tipo de alga usada através de séculos na culinária tradicional japonesa. Porém, somente em 2000 foram estabelecidas as evidências científicas da existência do quinto gosto básico, o reconhecimento científico se deu quando pesquisadores da Universidade de Miami, EUA, publicaram na revista *Nature Neuroscience* um estudo comprovando a sua presença na língua e receptores específicos, que conheciam o gosto Umami. (REYES, 2011).

De acordo com Silva *et al.* (2005), em 1950, no Japão, estudou-se *Corynebacterium glutamicum*, uma bactéria que excretava grandes quantidades de ácido L-glutâmico, capaz de crescer em meio simples, chegava a converter cerca de 100 g/L de glicose em 50 g/L de ácido L-glutâmico. Existem outras cepas industrialmente importantes capazes de excretar cerca de 30 gramas por litro de ácido L-glutâmico que pertencem aos gêneros *Brevibacterium*, *Microbacterium* ou *Arthrobacterium*. O precursor do ácido glutâmico é o α -cetoglutarato, que se forma no ciclo de Krebs via citrato e isocitrato, convertendo em ácido L-glutâmico por aminação redutiva com íons NH_4^+ (amônio) livres, porém tratava-se de um processo caro, demorado e complexo.

De modo geral, os alimentos podem conter teores consideráveis de glutamato, que são componentes naturais, sadios e valiosos na alimentação em propriedades nutricionais, pois agem na síntese proteica, como sinalizadores e mediadores de grande número de transformações metabólicas, são conhecidos como “combustível do cérebro“. É provável que este aminoácido tenha participação

em funções cognitivas cerebrais, como a capacidade de memorização e de aprendizagem. Atualmente, sabe-se que a variação da concentração de ácido glutâmico está relacionada com vários tipos e graus de distúrbios mentais, tais como as doenças de Charcot e Alzheimer. (REYES, 2011).

3.5.1 Produto Químico: Classificação

O glutamato monossódico possui a nomenclatura de acordo com a IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada) sodiun-2-amino-5-hydroxy-5-oxo-pentanoate, apresenta fórmula molecular $C_5H_8NNaO_4$, massa molar aproximadamente $169,111g.mol^{-1}$, o ponto de fusão é de $225^{\circ}C$ é muito solúvel em água e pouco solúvel em etanol; pode ser utilizado como substituto do cloreto de sódio em alimentos. Enquanto o isômero levógiro (L) é responsável pelo sabor característico Umami, o isômero dextrogiro (D) não apresenta características organolépticas, ou seja, não são percebidas pelos sentidos humanos. É um aminoácido de propriedades ácidas que compõe diversos tipos de proteínas dos seres vivos. (YONEDA *et al.*, 2011).

3.5.2 Propriedades Físicas

O glutamato monossódico e todos os sais do ácido glutâmico se dissociam em soluções aquosas, onde são encontrados ligados a muitos alimentos proteicos. Aproximadamente 95% do ácido glutâmico derivado dos alimentos são utilizados como fonte energética pelo enterócito da mucosa intestinal, pois tem sua cinética de absorção da luz intestinal influenciada pelo tempo de retenção no estômago e pela mistura com o quimo no intestino, além do intenso catabolismo dos aminoácidos não essenciais na mucosa intestinal. (BEHRENS, 2011).

Estudos recentes comprovam que o ácido glutâmico é o substrato oxidativo mais importante para a mucosa intestinal, um precursor específico para os aminoácidos arginina e prolina e um elemento chave para neurotransmissores entéricos, portanto serve como um potencial terapêutico para a melhora da função intestinal de neonatos. (REYES, 2011).

3.5.3 Propriedades Químicas

O glutamato monossódico é um pó cristalino branco, não é higroscópico, ou seja, não tende a absorver a umidade do ar e permanece estável quando estocado à temperatura ambiente durante períodos prolongados. O pH de uma solução aquosa geralmente corresponde entre 6,7 a 7,2. Este composto geralmente não se decompõe durante o seu processamento ou cozimento normal nos alimentos, mas em condições ácidas e temperaturas extremas sofre conversão para 5-pirrolidona-2-carboxilato. (REYES, 2011).

3.6 DIFERENÇA ENTRE ÁCIDO GLUTÂMICO E GLUTAMATO MONOSSÓDICO

O ácido glutâmico é um dos aminoácidos não essenciais codificados pelo código genético, um dos componentes das proteínas dos seres vivos. É o mais frequente entre os 20 aminoácidos; é biossintetizado a partir de outros aminoácidos, incluindo a ornitina e a arginina. Quando aminado, o ácido glutâmico forma o importante aminoácido glutamina. É uma molécula bastante polar e encontra-se presente no exterior de proteínas e enzimas. O glutamato representa cerca de 9% dos aminoácidos das proteínas do organismo humano.

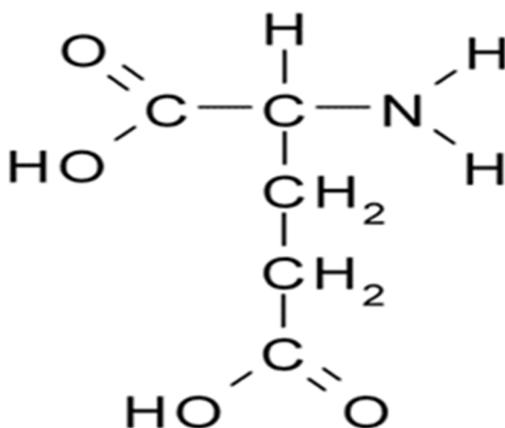


Figura 4 - Estrutura e modelo molecular do ácido glutâmico.
Fonte: O ácido glutâmico... [2012?].

O ácido glutâmico está presente em muitos alimentos que são consumidos no dia a dia, tais como carnes, queijos, tomates e cogumelos, e também está naturalmente presente no organismo humano. Além de atuar como um importante neurotransmissor, fundamental para a aprendizagem e memória.

O glutamato monossódico é o sal do ácido glutâmico e, ou seja, é produzido através da fermentação da cana-de-açúcar, onde as bactérias específicas consomem o açúcar e o transformam em ácido glutâmico. Posteriormente, este aminoácido é convertido em glutamato monossódico pronto para ser consumido. Apesar de aparentemente distintos, o ácido glutâmico e o glutamato monossódico são fontes de glutamato livre e são metabolizados da mesma forma pelo organismo humano. (CARVALHO *et al.*, 2011).

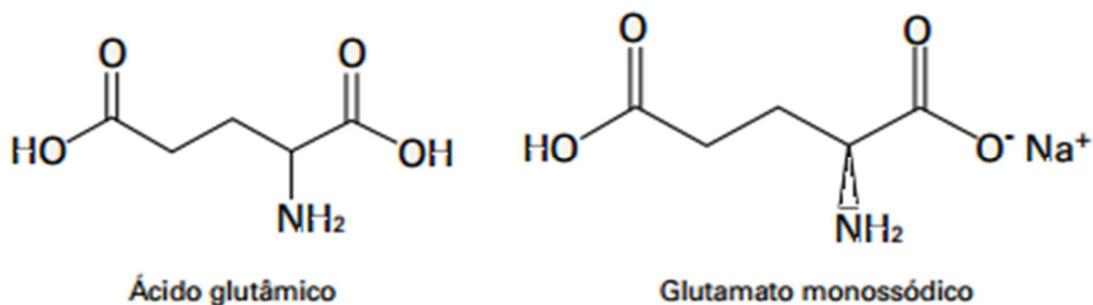


Figura 5 - Estruturas moleculares do ácido glutâmico e glutamato monossódico.
Fonte: Carvalho *et al.* (2011).

3.7 REALÇADOR DE SABOR

As indústrias de alimentos estão cada vez mais investindo em novas e variadas tecnologias a fim de atingir a preferência dos consumidores ousando em realçadores de sabor. As substâncias utilizadas para esta finalidade consistem em agentes flavorizantes onde agregam e conferem reforçando o sabor dos alimentos. O primeiro flavorizante a ser comercializado foi o glutamato monossódico, capaz de proporcionar um sabor rico e característico dos alimentos. Outras substâncias que são utilizadas como realçadores são as lactonas, ésteres, os 5'-ribonucleotídeos, monofosfato de inosina, malte e proteínas vegetais hidrolisadas. (TORTORA *et al.*, 2006).

3.7.1 Funções dos realçadores de sabor

Os realçadores de sabor em geral são utilizados nas indústrias de alimentos com o objetivo de melhorar as características e intensificar o quinto gosto básico nos alimentos. As carnes, por exemplo, já possuem glutamato, e conseqüentemente o quinto gosto e ao adicionarmos um pouco de glutamato monossódico junto com os outros temperos, o gosto Umami ficará ainda mais intenso. Além disso, ainda podemos reduzir a concentração de sódio da preparação, já que o glutamato monossódico possui apenas 1/3 de sódio, quando comparado ao sal de cozinha. (LOLIGER, 2000).

3.7.2 Realçador salgado

O glutamato monossódico como realçador de sabor amplia a percepção do sabor salgado; pois pode ser bem combinado com carne, peixe, aves, muitos legumes, molhos, sopas e marinados, e aumenta a preferência geral por certos alimentos como a carne. Embora essa concentração varie com o tipo de alimento, um excesso de glutamato monossódico destrói rapidamente o sabor de um prato. Além disso, há uma interação entre o glutamato monossódico e o sal, cloreto de sódio, e outras substâncias umami, como nucleotídeos. (CHUAH *et al.*, 2004).

Com essas propriedades, o estudo de Loliger (2000), publicado no Jornal Nutrição, mostra que o glutamato monossódico pode ser usado para reduzir a ingestão de sal (sódio), que causa predisposição a hipertensão, doenças cardíacas e derrame. O gosto de alimentos com pouco sal melhora com o glutamato monossódico, mesmo com redução de 30% de sal. O conteúdo de sódio no glutamato monossódico é aproximadamente três vezes menor do que no cloreto de sódio.

3.7.3 Realçador doce

A substância glutamato monossódico produz uma sensação acentuada de gosto nos alimentos, a capacidade de um organismo para detectar o glutamato é importante porque o seu sabor sinaliza a presença de proteínas na dieta, podendo

assim aumentar o sabor dos alimentos. Mesmo que os seres humanos percebem o gosto do glutamato monossódico como umami, em certas condições podemos perceber o sabor do glutamato monossódico semelhante ao da sacarose. (CHUAH *et al.*, 2004).

3.8 PRODUÇÃO E PROCESSO

O ácido L-glutâmico é aminoácido mais importante e utilizado em indústrias, a sua obtenção pode ser: extração a partir de fontes naturais, síntese química, fermentação e catálise enzimática. (YAMAGUCHI; NINOMIYA, 2000). Cerca de 1,5 milhões de toneladas de ácido L-glutâmico são produzidas por ano usando espécies de *Corynebacterium* na fermentação. O mercado de ácido L-glutâmico cresce cerca de 6% ao ano e os principais produtores são: Ajinomoto, Miwon, Kyowa-Hakko e Cheil-Jedang, pois é amplamente consumido como aditivo alimentar ou realçador de sabor em alimentos. (SILVA *et al.*, 2005).

O glutamato monossódico foi isolado pela primeira vez em 1866 através da hidrólise da gliadina, um peptídeo encontrado no glúten do trigo. Ao longo dos anos métodos de obtenção foram se aperfeiçoando e em 1909 até a década de 60 consistia no isolamento do glutamato monossódico utilizando como matéria prima as proteínas do trigo. Através do aquecimento com ácido clorídrico durante 20 horas, o método promovia a hidrólise do glúten; a solução obtida posteriormente era filtrada para remoção de produtos indesejáveis da reação entre aminoácidos e carboidratos, concentrada por 24 horas e armazenada por aproximadamente 30 dias para cristalização do cloridrato do ácido L-glutâmico. (CAVALHO *et al.*, 2011).

Finalmente, o pH da solução era ajustado para 3,2, ponto isoelétrico do ácido L-glutâmico, para cristalização e conversão em glutamato monossódico. A obtenção do sal sódico era alcançada pela neutralização da solução ácida com bicarbonato de sódio (NaHCO_3), branqueamento utilizando carvão ativo, filtração, aquecimento e precipitação dos cristais de glutamato monossódico por meio de centrifugação e posterior desidratação. (CARVALHO *et al.*, 2011).

Atualmente, o glutamato monossódico é produzido em muitos países ao redor do mundo a partir do hidrocloreto do ácido L-glutâmico, envolve além da tradicional hidrólise do glúten, métodos de síntese química e processos fermentativos; o qual é

dissolvido em água, neutralizado e convertido para o sal monossódico pela adição de hidróxido de sódio. Posteriormente se obtém a concentração da solução contendo glutamato monossódico a vácuo a 60 °C e centrifugação onde os cristais são gerados. (SILVA *et al.*, 2005).

Todas as linhagens produtoras de ácido glutâmico necessitam de biotina, coenzima essencial na síntese de ácidos graxos. A presença da biotina maior que 5 mg.L⁻¹, aumenta a síntese de ácido oleico, o que resulta em uma membrana com alto conteúdo de fosfolipídios, incapacitando a célula de excretar o ácido glutâmico, mas a deficiência de biotina no meio reduz a síntese de fosfolipídios e o ácido glutâmico intracelular pode ser excretado. A concentração eficaz de biotina depende da fonte de carbono utilizada, onde se iniciou o uso de surfactantes, adição de penicilina ou o uso de microrganismos auxotróficos para permitir a produção sem que haja a limitação por biotina é acumulado intracelularmente. (CAVALHO *et al.*, 2011).

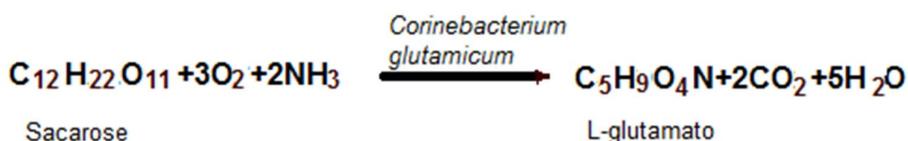


Figura 6 - Produção do ácido glutâmico pelo método fermentativo a partir da sacarose.

Fonte: Carvalho et al. (2011, p. 54).

Nota: Adaptado pela autora.

O meio de cultura para produção de ácido glutâmico contém, em geral, carboidrato, peptona, sais inorgânicos e biotina em uma concentração adequada e controlada conforme mostra na figura 6. O ácido alfa-cetoglutárico, intermediário do ciclo de Krebs, é o precursor do ácido glutâmico e sua conversão até ácido glutâmico se realiza pela ação da desidrogenase glutâmica conforme mostra na figura 7. A produção e excreção do ácido glutâmico dependem da permeabilidade celular, deficiência de biotina, adição de ácidos graxos saturados ou derivados de ácidos graxos, adição de ácido oleico em mutantes nutricionais, adição de penicilina e deficiência de glicerol para glicerol auxotróficos. (YAMAGUCHI; NINOMIYA, 2000).

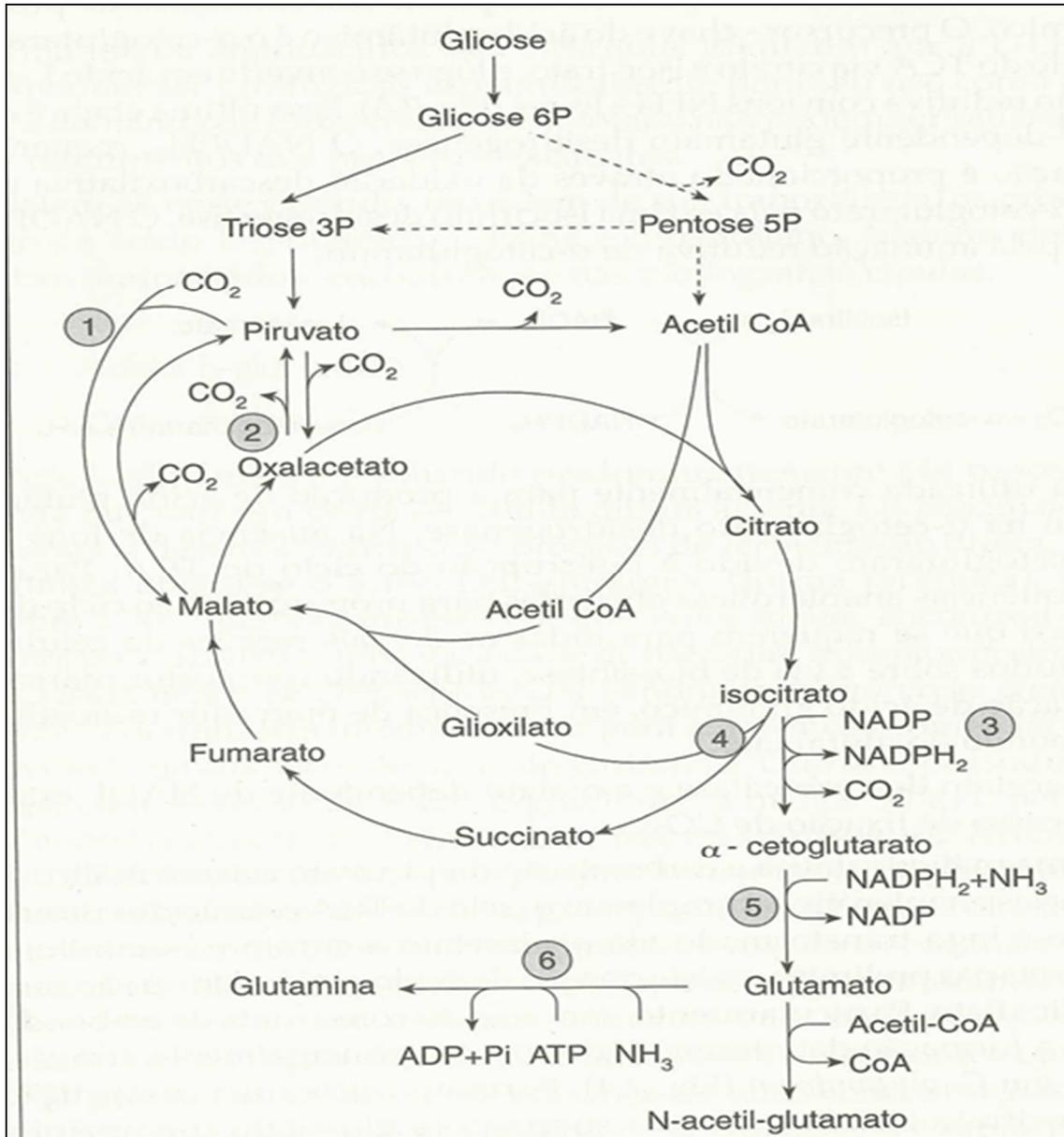


Figura 7 - Biossíntese do ácido L- glutâmico utilizando glicose como fonte de carbono.
Fonte: Silva *et al.* (2005, p. 63).

O progresso científico tem permitido um grande desenvolvimento das técnicas de síntese química, pois apresentam diferentes estratégias para aperfeiçoar a fermentação de glutamato, incluindo a deleção de genes, o reciclo de células e a imobilização de células em alginato de sódio e espuma de poliuretano que resulta na otimização do processo. (SILVA *et al.*, 2005).

De acordo com Yamaguch e Ninomiya (2000), a síntese química apresenta vantagens, pois ela pode ser efetuada numa escala muito grande e contínua; desvantagem associada à mistura racêmica das formas enantioméricas do

aminoácido. Assim, o produto de uma síntese química tem de ser resolvido nas formas D e L, seguida pela recuperação e reciclagem por racemização do enantiômero não desejado.

Certas substâncias cujas moléculas têm assimetria desviam a luz, ou seja, causam refração. Se ao passar pela substância, a luz se desvia para a direita, a substância é chamada de dextrógero. Se a luz se desvia para a esquerda, a substância é chamada de levógero. A mistura do dextrógero com o levógero torna o composto racêmico e a luz não se desvia mais, e como há um número igual de molécula provocando desvios contrários na luz polarizada, uma cancela o desvio da outra e o desvio final é nulo. (YAMAGUCH; NINOMIYA, 2000).

A extração a partir de fontes naturais é uma das mais econômicas, com o procedimento padrão de hidrólise com ácido aquoso, seguido por captura de os aminoácidos por passagem do hidrolisado através de uma forte resina de troca iônica ácidas. Posteriormente a resina é lavada com água, a ebulição com amônia aquosa liberta os aminoácidos, que são coletados em frações. (YAMAGUCH; NINOMIYA, 2000).

Segundo Reyes (2011), as indústrias por meio da tecnologia empregam métodos e técnicas para o preparo, armazenamento, processamento, controle, embalagem e distribuição, buscando maior conservação das características por maior tempo possível. Que em 1956, foi desenvolvida a tecnologia pioneira para o desenvolvimento do método de fermentação industrial do L-glutamato, produzido a partir de microrganismos dos gêneros *Arthrobacter*, *Brevibacterium*, *Corynebacterium* e *Micrococcus*, especialmente *Corynebacterium glutamicum*, *Brevibacterium lactofermentum* e *Brevibacterium flavum*, entre outras bactérias e fungos que são corniformes, gram-positivas, não esporuladas, não móveis e não patogênicas. É cultivado com carboidratos e amônio para liberação da forma L, utilizando como precursor o α -cetoglutarato conforme mostra a figura 8, que se forma no ciclo de Krebs via citrato e isocitrato se convertendo em ácido L-glutâmico por aminação reductiva com íons NH_4^+ livres.

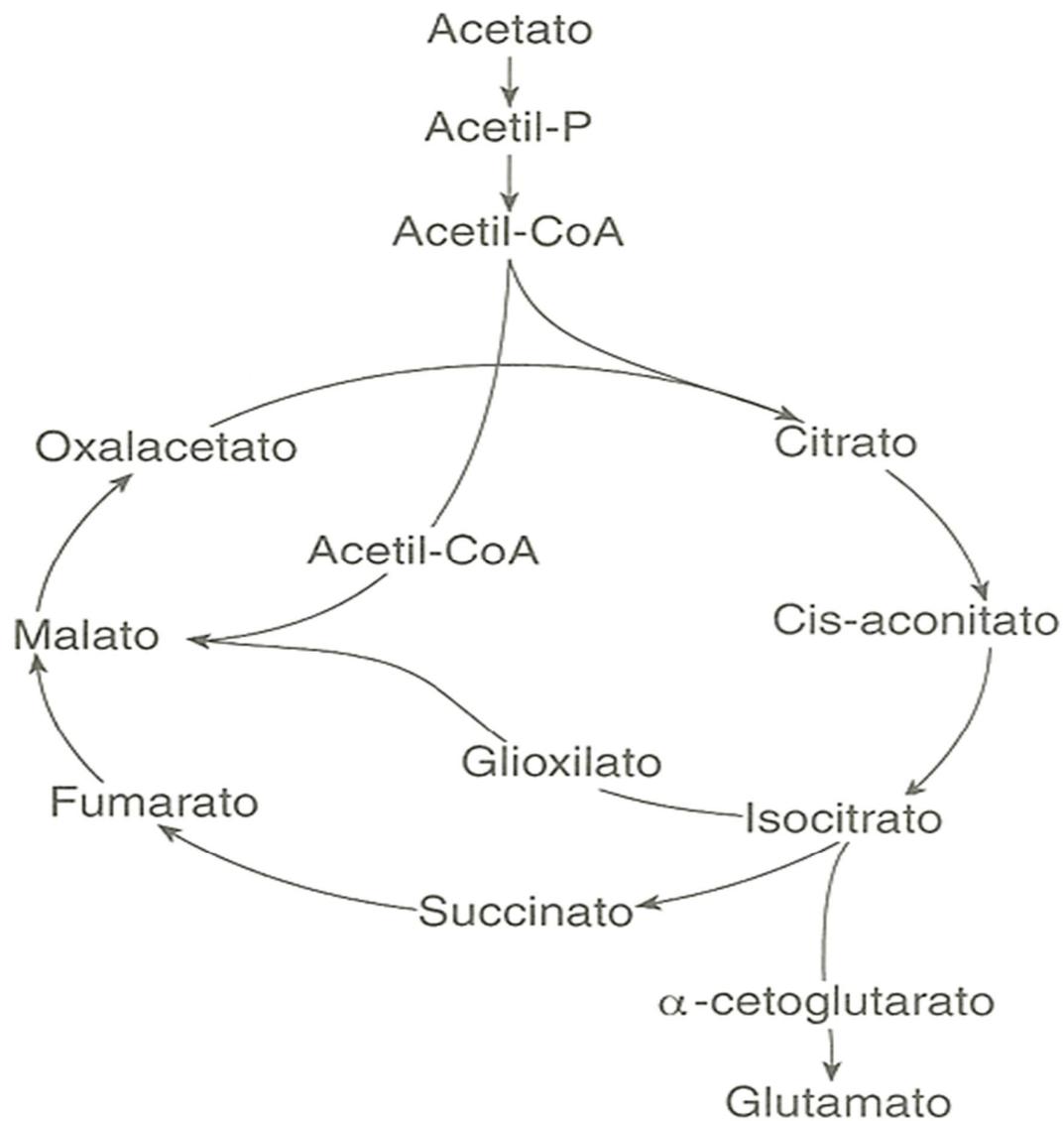


Figura 8 - Biossíntese do ácido L- glutâmico utilizando acetato como fonte de carbono.
 Fonte: Borzani *et al.* (2002, p. 101).

3.8.1 Processo microbiológico

O uso da fermentação para obtenção do glutamato monossódico teve início em 1957 quando foi observada a produção de pequenas quantidades de aminoácidos por *Escherichia coli* que é uma bactéria bacilar Gram-negativa, que, juntamente com o *Staphylococcus aureus* é a mais comum e uma das mais antigas bactérias simbiotes do homem motivando a identificação de outras espécies

capazes de proporcionar maior produção destas macromoléculas. (CARVALHO, 2011).

Atualmente, o termo “fermentação” pode apresentar significados diferentes dependendo o setor do conhecimento que o utiliza, geralmente o termo significa qualquer processo de cultivo microbiológico que ocorre tanto aeróbico ou anaeróbico. O significado bioquímico da fermentação é o processo metabólico onde o substrato orgânico atua como doador de elétrons (base) e como receptor final de elétrons (ácido), ocorrendo em condições anaeróbias, mas sem a utilização de uma cadeia respiratória, como acontece na respiração anaeróbia. (NAJAFPOUR, 2007).



Figura 9 - Fermentadores utilizados na produção do ácido glutâmico.
Fonte: Fermentadores... [2010?].

A fermentação nos biorreatores ocorre geralmente pelas cepas *Corynebacterium*, *Brevibacterium*, *Microbacterium* ou *Arthrobacterium*, como uma forma de reoxidar as coenzimas reduzidas NADH (Nicotinamida adenina dinucleotídeo) e NADPH (Nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato-oxidase) que são formados durante a glicólise, de forma a manter o balanço de redução-oxidação

dentro da célula com a conversão de NADP (Nicotinamida adenina dinucleótido fosfato) a NADPH (Nicotinamida adenina dinucleótido fosfato-oxidase) e produção de Pentoses-fosfato. (YAMAGUCHI; NINOMIYA, 2000).

Os elétrons são transferidos das coenzimas para um composto orgânico, fornecendo NAD⁺ (aldeído desidrogenase) e NADP⁺ (Nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato) suficientes para a continuação da glicólise. Na via das pentoses são produzidos vários açúcares fosforizados, com um número variável de átomos de carbono; posteriormente a energia vinda da oxidação da glicose é armazenada na forma de NADPH (Nicotinamida adenina dinucleótido fosfato-oxidase) e não de ATP (Trifosfato de adenosina) um nucleotídeo responsável pelo armazenamento de energia em suas ligações químicas, como na glicólise. (TORTORA *et al.*, 2006).

O tipo de fermentação realizada vai depender da espécie de microrganismo utilizado, do substrato que está sendo fornecido e dos tipos de enzimas que ele possui e que estejam ativas. A análise do tipo de produto final formado na fermentação também pode ser utilizada como forma de identificação de microrganismos, realizando testes bioquímicos. Antes do processo metabólico que inclui a fermentação, há as reações de quebra do substrato, que geralmente é a glicose. Essa via recebe o nome de “glicólise” ou via de Embden-Meyerhof, onde a glicose é catabolisada a piruvato e a energia livre liberada é estocada na forma de ATP (Trifosfato de adenosina) e NADH (Nicotinamida adenina dinucleotídeo). (YAMAGUCHI; NINOMIYA, 2000).

No processo de fermentação do ácido glutâmico natural é produzido pela ação de microrganismos (*Corynebacterium glutamicum*) que agem num determinado substrato, como melão de cana-de-açúcar conforme mostra o esquema na figura 10. Nos substratos, são adicionados nitrogênio e vários nutrientes. Após o processo de filtração, purificação, conversão, cristalização, o glutamato monossódico adquire forma de cristal branco pronto para uso industrial como aditivo numa variedade de produtos, ou para consumo humano direto como extratos ou molhos. (YONEDA *et al.*, 2011).

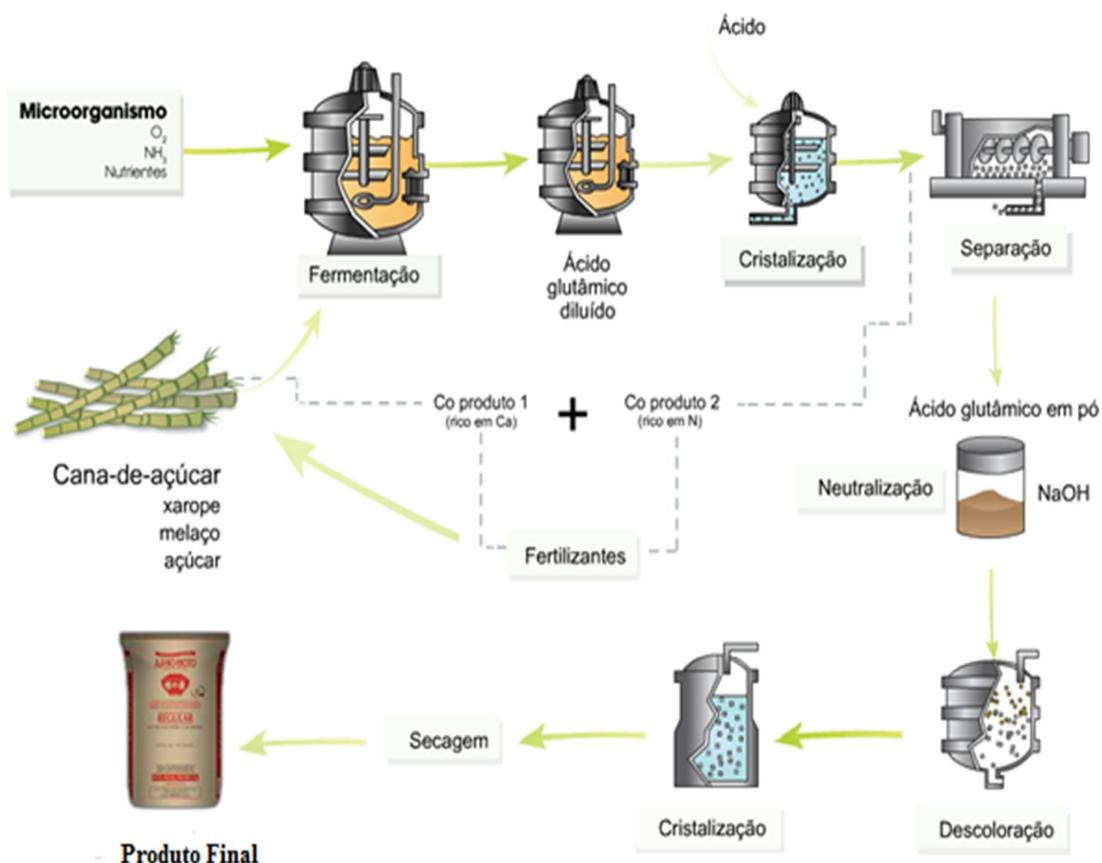


Figura 10 - Processo de obtenção do glutamato monossódico.

Fonte: Ajinomoto (c2001-2013).

Nota: Adaptado pela autora.

Embora seja possível preparar qualquer aminoácido natural por fermentação, o processo microbiológico permite a produção em larga escala para a preparação de (L) - lisina e de (L) - ácido glutâmico. As fontes de carbono para estas sínteses são tipicamente melaço de cana ou de beterraba, açúcar bruto, ou um hidrolisado de amido. Amoníaco é a fonte de azoto e de oxigênio é fornecido pela passagem de ar comprimido dentro da mistura de fermentação (YAMAGUCH & NINOMIYA, 2000).

3.9 EQUIPAMENTOS

Os processos desenvolvidos no cultivo de microrganismos são geralmente em equipamentos denominados biorreatores, que consistem em um sistema aberto ou fechado, que há manipulação dos parâmetros físicos, como: pH, concentração de reagentes, transferência de calor e massa e aeração; de forma a regular a catálise,

promovendo um melhor rendimento em produto minimizando os custos de produção. (NAJAFPOUR, 2007).

Os biorreatores geralmente são tanques cilíndricos com sistemas de agitação, mas podem também ser um simples *erlenmeyer* de laboratório. Novos modelos de biorreatores aparecem constantemente, de forma a melhorar a qualidade do processo dependendo do tipo de célula a ser cultivada, como bactérias, fungos, tecidos animais ou vegetais, células ou enzimas imobilizadas. (BORZANI, 2002)

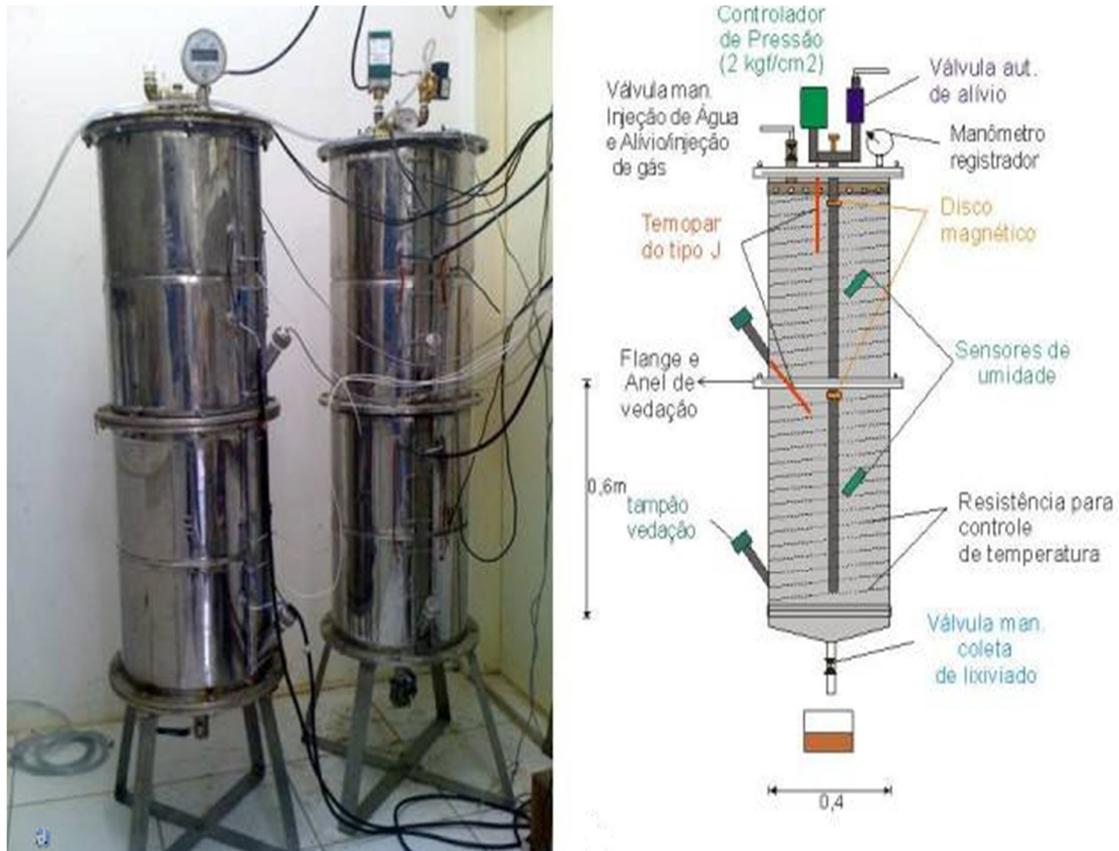


Figura 11 - Biorreatores em escala piloto para testes laboratoriais e detalhamento. Fonte: MOREIRA (2012).

Ao se utilizar um biorreator, o sistema deverá permanecer em condições assépticas durante um grande período de tempo, ou seja, realização de esterilização para evitar contaminações do meio de cultura ou dos materiais utilizados para determinado procedimento por microrganismos presentes no meio, a fim de preservar a pureza do cultivo e minimizar os riscos de infecção ou intoxicação no laboratório. (MOREIRA, 2012).

Devem ser promovidas condições adequadas de agitação e aeração para satisfazer as condições metabólicas dos microrganismos, mas sem haver danificação mecânica das células dos mesmos devido ao processo; o consumo de energia deve ser minimizado, com controle de temperatura e pH; retirar amostras do fermentado para o controle do processo e sobretudo controlar as perdas excessivas por evaporação. (BORZANI, 2002).

O cultivo dos microrganismos pode ocorrer em diferentes tamanhos, como em escala de bancada em laboratório, piloto ou de planta industrial. Biorreatores de escala laboratorial variam de 2 a 100 litros, mas durante operações em larga escala na indústria eles podem chegar a 100 m³. (MOREIRA, 2012).

Por questões econômicas, inicialmente utiliza-se biorreatores menores em pequena escala para se investigar qual é o melhor microrganismo a ser utilizado, qual meio de cultivo proporcionará um melhor crescimento e quais condições operacionais são mais favoráveis para a formação do produto desejado. São feitos estudos sobre parâmetros como: transferência de massa, agitação, taxa de cisalhamento, formação de espuma, energia necessária, taxa de diluição, forma e tamanho do biorreator, pH, temperatura, entre outros (NAJAFPOUR, 2007).

Após a fase de testes em frascos de 250 mL a 1L e análise dos fatores de produção, passa-se para um biorreator de bancada com capacidade de 1 a 2 litros, o qual é normalmente equipado com sensores de ajuste de temperatura, pH e aeração. Isso propicia uma análise mais cuidadosa de alguns parâmetros e um controle maior sobre o processo do que o cultivo. Nessa etapa também deve-se observar se o processo se desenvolve melhor em batelada, semi-batelada ou contínuo. Próximo passo é o cultivo em um biorreator em escala piloto de 100 a 1000 litros. A cada processo de aumento de escala deve-se observar se há alguma alteração na resposta celular com relação ao rendimento do processo, a etapa final seria um biorreator de escala industrial. (NAJAFPOUR, 2007).

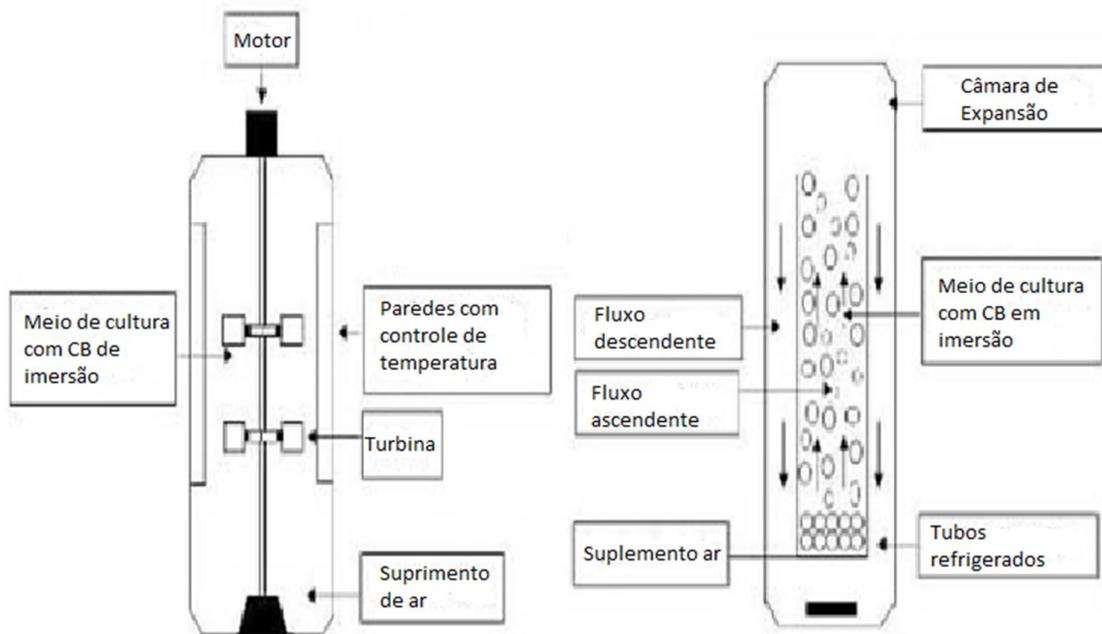


Figura 12 – Tipos de biorreatores utilizados na indústria.
Fonte: DONINI (2012).

Finalmente, devem-se estudar a otimização do processo e as melhores condições ambientais que propiciam um melhor crescimento e uma melhor produção procurando recursos mais econômicos, melhores tecnologia, porém que ainda produzam um rendimento satisfatório com alto índice de eficiência para maiores lucros. (NAJAFPOUR, 2007).

3.10 APLICAÇÕES NA INDÚSTRIA

Os sais do ácido glutâmico têm várias aplicações em ramos diferentes da indústria, por exemplo: o sal de arginina é aplicado como componente farmacêutico na composição de medicamentos destinados ao tratamento da hiperamonemia (excesso de amônia na corrente sanguínea), astenia e fadiga; o potássio e amônia do ácido glutâmico são empregados como aditivos alimentares e, o primeiro é aplicado às soluções de conservação de órgãos para transplante; e por fim o sal de cálcio é usado como regulador mineral e como matéria prima nas sínteses de ácido fólico e outros fármacos. (DONINI, 2010).

O sal de sódio é útil como um componente da terapêutica de hiperamoninemia e soluções de preservação para órgão de transplante; é utilizado em largas quantidades como um condimento caracterizado pelo seu sabor "umami". Ele tem a maior demanda de qualquer aminoácido excedendo 1,5 milhões de toneladas por ano mundialmente. É também usado em matérias-primas de rações por aumentar o apetite de animais tais como leitões; os sais de potássio e amônia são utilizados como condimentos para conferir o sabor "umami". (AULT, 2004)

O sal de cálcio é usado como um regulador mineral. Outros usos incluem sua aplicação como matéria-prima para a fabricação de surfactantes e quelantes e como material de partida para a síntese do ácido fólico e outros produtos farmacêuticos. Seu hidrócloro é usado como medicamento para a hipoacidez e condimento de alimentos. É também usado como agente de tratamento de superfícies de metal. (YONEDA, 2011).

Os aditivos são de grande utilidade quando usados dentro dos parâmetros qualitativos e quantitativos recomendados pela FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura) e OMS (Organização Mundial da Saúde). A utilização de culturas probióticas, por exemplos: *Bifidobacterium* e *Lactobacillus*, como aditivo em diversos produtos lácteos, obtemos enormes progressos durante a última década; além dos benefícios em termos de nutrição e de saúde que proporcionam, as culturas probióticas podem também contribuir para melhorar o sabor do produto final, possuindo a vantagem de promover uma acidificação reduzida durante a armazenagem pós-processamento. (YONEDA, 2011).

Mundialmente, a venda de realçadores de sabor supera o valor de US\$ 1,1 bilhão ao ano. Há muitas razões para esse elevado consumo. Além de melhorar a qualidade do aroma, os realçadores maximizam a sensação de sabor a um baixo custo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como resultado do estudo foi possível identificar por meio das informações obtidas neste a importância da utilização do glutamato monossódico em produtos prontos ou semiprontos para consumo humano e a contribuição da cadeia produtiva da cana-de-açúcar com o fornecimento do substrato melaço para produção industrial de glutamato monossódico. Bem como a eficácia e segurança na sua utilização em salgados com o propósito de reduzir o sódio e açúcar em formulações de alimentos na busca na complementação do sabor sem a necessidade da utilização de elevadas quantidades de sal e açúcares, principalmente no objetivo de manter os sabores em produtos para uma alimentação saudável.

Neste trabalho estudamos as principais propriedades e utilização do glutamato monossódico na alimentação, e os principais processos de obtenção, e que é o produto da transaminação do α -cetoglutarato no ciclo de Krebs, participando então na produção do piruvato nas vias metabólicas como a gliconeogênese, a glicólise do ciclo dos ácidos tricarboxílicos. A produção industrial do glutamato monossódico tem-se a partir do isolamento do glúten de trigo e fontes naturais, e processos fermentativos como alternativa para suprir a crescente demanda por este aditivo, com a hidrólise com ácido aquoso. Onde geralmente contém: carboidrato, peptona, sais inorgânicos e biotina em uma concentração adequada e controlada.

REFERÊNCIAS

AJINOMOTO DO BRASIL INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE ALIMENTOS LTDA. A empresa. Ajinomoto, c2001-2013. Disponível em: <<http://www.ajinomotofi.com.br/processo>>. Acesso em: 11 out 2013.

APARECIDA, M; SILVA, A. P.; CENDES, F. Sensory: human biology and pshysiology. In: NOLLET, L. M. L. **Handbook of meat poultry and seafood quality**. Oxford, USA: Blackwell Publishing, 2007. p. 45-59. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780470277829.ch5/summary>>. Acesso em: 28 set. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12806**: Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia. Rio de Janeiro, RJ, 1993. Disponível em: <http://www.4shared.com/get/_06tqdKS/NBR_12806_-_Analise_Sensorial_.html?sd=true>. Acesso em: 5 out. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12994**: Métodos de análise sensorial dos alimentos e bebidas. Rio de Janeiro, RJ, 1993. Disponível em: <http://www.4shared.com/get/RsxF-1gy/NBR_12994_-_Metodo_de_analise_.html>. Acesso em: 5 out. 2013.

AULT, A. **The Monosodium Glutamate Story**: The Commercial Production of MSG and Other Amino Acids. Department of Chemistry, Cornell College, Mount Vernon, v. 81 n°3, Washington, 2004. Disponível em: <<http://pubs.acs.org/toc/jceda8/current>>. Acesso em: 17 ago. 2013.

BEHRENS, M. et al. Sweet and Umami Taste: natural products, their chemosensory targets, and beyond. **Angewandte Chemie**, Germany, v. 50, n. 10, p. 2220-2242, Mar. 2011. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21337478>>. Acesso em: 6 set. 2013.

BEHRENS, P.F. et al. Impaired glutamate transport and glutamate - glutamine cycling: downstream effects of the Huntington mutation. **Oxford Journals**, Germany, v 125 n°8, p. 1908-1922, 2002. Disponível em: <<http://brain.oxfordjournals.org/content/125/8/1908.long>>. Acesso em: 7 out. 2013.

BORZANI, W. et al. **Biotecnologia Industrial**: processos fermentativos e enzimáticos: volume 3. São Paulo, SP: E. Blucher, 2002.

BRASIL. Ministério de Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Sistema Internacional de Numeração de Aditivos Alimentares**. Brasília, DF, 2001. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/alimentos/aditivo.htm>>. Acesso em: 17 out. 2013.

- BRASIL. Ministério de Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Manual de Procedimentos Básicos para Registro e Dispensa da Obrigatoriedade de Registro de Produtos Pertinentes à Área de Alimentos.** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1990. Disponível em: <
http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/19eb9d804b18f54698aebfa337abae9d/Resolucao_n_23_de_15_de_marco_de_2000.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 16 nov. 2013.
- CARVALHO, P. R. R. M. et al. Características e segurança do glutamato monossódico como aditivo alimentar. **Visão Acadêmica**, Curitiba, PR, v.12, n.1, p. 53-64, jan./jun. 2011. Disponível em: <
<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/academica/article/view/22025/18150>>. Acesso em: 5 out. 2013.
- CARVALHO, W. et al. Aditivos alimentares produzidos por via fermentativa. FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA DE LORENA, Departamento de Biotecnologia, n° 19. **Revista Analytica**, Lorena, SP, 2005. Disponível em: <
http://revistaanalytica.com.br/ed_anteriores/18/art03.pdf>. Acesso em: 5 out. 2013.
- CHANDRASHEKAR, J. et al. **T2Rs Function as Bitter Taste Receptors.** UNIVERSITY OF CALIFORNIA, Science direct Cell v. 100, Issue 6. USA, 2000, p. 703–711. Disponível em: <
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0092867400807060>>. Acesso em: 28 set. 2013.
- DONINI, I. A. N.; et. al. **Biossíntese e recentes avanços na produção de celulose bacteriana.** Eclet. Quím. vol.35 no.4: São Paulo, 2010. Disponível em: <
http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010046702010000400021&script=sci_arttext> Acesso 07 nov. 2013.
- Estrutura e modelo molecular do ácido glutâmico**, [2011?]. Disponível em<
<http://www.explicatorium.com>>. Acesso 09 nov. 2013.
- FERMENTADORES da Halb Zenh Bier. Panoramio, [2010?]. Disponível em: <
<http://www.panoramio.com/photo/40671108>>. Acesso em: 09 nov. 2013.
- FREITAS, M. Q. **Análise Sensorial de Alimentos.** UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE: Departamento de Tecnologia dos Alimentos. Rio de Janeiro: 3° SIMCOPE, 2008. Disponível em: <
ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/3simcope/3simcope_mini-curso5.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2013.
- GIMBUN, J.; RADIAH, A. B. D.; CHUAH T, G. **Bioreactor design via spreadsheet-a study on the monosodium glutamate (MSG) process.** Journal of Food Engineering, 2004. Disponível em: <
www.elsevier.com/locate/jfoodeng>. Acesso em: 10 out. 2013.

HEYER, B. R. et al. **Monosodium Glutamate and Sweet Taste: Generalization of Conditioned Taste.** Chemical Senses, Department of Psychology v. 28 USA: Oxford University Press, 2003. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14578125>>. Acesso em: 7 out 2013.

KARE, M. R.; MALLER, O. **The Chemical Senses and Nutrition.** Academic press.. New York: Ed. Elsevier, 2012. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=5MGffjXZ3kC&pg=PR17&dq=The+Chemical+Senses+and+Nutrition&hl=pt-BR&sa=X&ei=nXR_UqXylojokAeW7IGQDg&ved=0CDcQ6wEwAQ#v=onepage&q=TT%20Chemical%20Senses%20and%20Nutrition&f=false>. Acesso em: 22 ago. 2013.

LOLIGER, J. **Function and importance of glutamate for savory foods.** v. 130 n° 4915. Switzerland: Journal of Nutrition, 2000. Disponível em: <<http://jn.nutrition.org/content/130/4/915.short>>. Acesso em: 5 out. 2013.

MOREIRA, A.R.S. et. al. **Fungos de interesse industrial produtores de enzimas isolados do lixiviado de resíduos sólidos urbanos.** 52° Congresso Brasileiro de Química: Recife, 2012. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2012/trabalhos/11/1366-14797.html>> Acesso 08 nov. 2013.

NAJAFPOUR, G. D. **Biochemical Engineering and Biotechnology.** 1 ed. Netherlands: Elsevier, 2006. p.421.

REYES, F. **Umami e Glutamato aspectos químicos, biológicos e tecnológicos.** 1 ed. Campinas: Ed Plêiade, 2011.

SCHVARZ, R. et al. **Contribuição da cadeia produtiva da cana-de-açúcar (Saccharum officinarum L.) no sabor dos alimentos.** v. 6. Paraná: Ambiência Guarapuava, 2010. Disponível em: <<http://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/viewArticle/973>>. Acesso em: 20 out. 2013.

SILVA, D. D.V. et al. **Aditivos Alimentares Produzidos Por Via Fermentativa: Aminoácidos e Vitaminas.** FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA DE LORENA n° 19. Lorena: Revista Analytica, 2005, p-62-73. Disponível em: <http://www.revistaanalytica.com.br/ed_anteriores/19/art03.pdf>. Acesso em: 10 out. 2013.

SMITH, B. **Perspective:** complexities of flavour. Nature, International Weekly journal of Science, 2012. Disponível em: <http://www.nature.com/nature/journal/v486/n7403_suppl/full/486S6a.html>. Acesso em: 27 set. 2013.

Sistema sensorial do paladar. [2012?].

Disponível em: <www.portalsaofrancisco.com.br>. Acesso em 09 nov. 2013.

TEIXEIRA, L. V. **Análise Sensorial na Indústria de alimentos.** UFMG, nº 366, v. 64. Minas Gerais: Revista Instituto Laticíneo Cândido Tostes, 2009. Disponível em: <http://www.revistadoilct.com.br/detalhe_artigo.asp?id=339>. Acesso em: 24 ago. 2013.

TONETTO A. et al. **O uso de aditivos de Cor e Sabor em Produtos Alimentícios.** UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. São Paulo: Faculdade da Ciências Farmacêuticas, 2008. Disponível em: <<http://www.luzimarteixeira.com.br/wp-content/uploads/2010/04/aditivos-de-cor-e-sabor-nos-alimentos.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2013.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, A. L. **Microbiologia.** Ed. 8. Porto Alegre: Artmed, 2006.

YAMAGUCHI, S.; NINOMIYA, K. **Umami and food palatability.** Tokyo: Journal of Nutrition, 2000. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10736353>>. Acesso em: 28 set. 2013.

YONEDA, J. et al. **Effects of oral monosodium glutamate in mouse models of asthma.** Food and Chemical Toxicology, Institute of Life Sciences, Ajinomoto. Kawasaki-shi, Japan: Elsevier, 2011. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21056075>>. Acesso em: 10 out. 2013.