

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE TECNOLOGIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
CAMPUS CAMPO MOURÃO - PARANÁ

ALAN BISPO DA SILVA

**OTIMIZAÇÃO DA METODOLOGIA PARA PRODUÇÃO DE PASTAS
DE ALHO NEGRO PELA ADIÇÃO DE MEL E GLUTAMATO
MONOSSÓDICO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO
2013

ALAN BISPO DA SILVA

**OTIMIZAÇÃO DA METODOLOGIA PARA PRODUÇÃO DE PASTAS
DE ALHO NEGRO PELA ADIÇÃO DE MEL E GLUTAMATO
MONOSSÓDICO**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado a disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Engenharia de Alimentos da Coordenação dos Cursos de Tecnologia e Engenharia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Campo Mourão, como requisito para a obtenção do título de Engenheiro de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Josiane Sereia

CAMPO MOURÃO
2013



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão

Coordenação dos Cursos de Tecnologia e Engenharia
de Alimentos
Engenharia de Alimentos



TERMO DE APROVAÇÃO

**OTIMIZAÇÃO DA METODOLOGIA PARA PRODUÇÃO DE PASTAS DE ALHO
NEGRO PELA ADIÇÃO DE MEL E GLUTAMATO MONOSSÓDICO**

por

ALAN BISPO DA SILVA

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 03 de Outubro de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof^a. Dr^a. Maria Josiane Sereia
Orientador

Prof^a. Dr^a. Adriana Aparecida Droval

Prof^a. Msc. Mirian Sousdaleff Laczkowski

AGRADECIMENTOS

Reverencio meus pais, por acreditarem que a educação é o fundamento para se tornar humano.

Agradeço à minha grande orientadora Doutora Professora Maria Josiane Sereia, que sempre confiou e me mostrou minha verdadeira capacidade. Aos Doutores Professores Manuel Plata Oviedo e Augusto Tanamati, por me ensinar o que foi preciso para realizar este trabalho. Ao Doutor Professor Luiz Henrique Fasolin, um novo grande amigo.

Agradeço aos amigos que ao meu lado me deram forças para chegar onde estou: Daiane Santos, Marcos Vieira, Giseli Pante, Renata R. Oliveira, Franciele Viel, Isabela Celoni, Natara Tosoni.

Agradecimento a quem confiou, olhou-me e sorriu, Fabricio Amaral.

“Não me alimento de 'quases', não me contento com a metade. Nunca serei seu meio amigo, ou seu meio amor. É tudo ou nada” (MARILYN MONROE, 1958).

SILVA, A. B. **Otimização Da Metodologia Para Produção De Pastas De Alho Negro Pela Adição De Mel E Glutamato Monossódico** . 2013. 48f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.

RESUMO

O alho, um frutooligossacarídeo comestível largamente utilizado em diferentes culturas culinárias, caracteriza-se por um forte odor e sabor devido aos seus compostos fitoquímicos como compostos organosulfurados. Sua composição permite que seja utilizado não somente para nutracêutica, mas também com finalidades cosmeceúticas. Atualmente um novo alho ganha espaço no mercado, conhecido como alho negro. O alho negro caracteriza-se pela cor negra, casca dourada, sabor adocicado, e sem odor característico de alho. Essas características se devem à reação de Maillard decorrente do processamento térmico que o alho in-natura é submetido durante cerca de 30 dias. Pouco se encontra na literatura sobre sua produção e composição. O objetivo deste trabalho foi fixar uma metodologia de produção do alho negro e uma otimização de processo através da produção de pastas de alho adicionadas de aditivos: mel e glutamato monossódico, onde essas concentrações de aditivos foram determinadas por um delineamento composto central rotacional (DCCR) 2^2 , incluindo quatro ensaios nas condições axiais e três repetições no ponto central, totalizando 11 tratamentos formulados com a finalidade de acelerar a reação e conseqüentemente o processamento. Com os resultados obtidos foi possível reduzir o tempo de produção do alho negro para 14 dias, conseguindo uma redução de 53,3%. Nas pastas estudadas o tempo de processamento foi menor sendo de 10 e 12 dias representando uma redução no tempo de 60% e 66,66% respectivamente. Considerando as quantidades substanciais de açúcares redutores, proteínas e em especial de compostos fenólicos, a melhor formulação seria de mínimo de 2,5% de mel e máximo de 0,73% de glutamato monossódico, submetido a UR de 75% à temperatura de 75°C e pH de 4,2.

Palavras-Chaves: Alho. Alho negro. Mel. Glutamato Monossódico.

SILVA, A. B. **Optimization Methodology For Production Of Black Garlic Pastes By Adding Honey And Monosodium Glutamate.** 2013. 48f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.

ABSTRACT

Garlic, one frutooligassacaride edible widely used in different culinary cultures, characterized by a strong odor and taste due to its phytochemical compounds as organosulfur compounds. Its composition allows it to be used not only for nutraceutical, cosmetic purposes but also. Currently a new garlic gaining ground in the market, known as black garlic. The black garlic is characterized by the color black, golden crust, sweet taste, and without characteristic odor of garlic. These characteristics are due to the Maillard reaction due to the heat processing the garlic in natura is subjected for about 30 days. Is little in the literature on the production and composition. The aim was to set a production methodology garlic black and an optimization process through the production of garlic pastes added additives: monosodium glutamate and honey, where the concentrations of additives were determined by a central composite rotational design (DCCR) 2^2 , including four test conditions and three in the axial midpoint, a total of 11 treatments formulated for the purpose of accelerating the reaction and consequently the processing. With the results obtained, it was possible to reduce the production time of the black garlic for 14 days, achieving a reduction of 53.3%. In binders studied were the processing time is less than 10 to 12 days a reduction in the time of 60% and 66.66% respectively. Considering the substantial amounts of reducing sugars, proteins, and in particular of phenolic compounds, the best formulation would minimum of 2.5% honey and a maximum of 0.73% monosodium glutamate, subjected to 75% UR at 75°C and a pH of 4.2.

Keywords: Garlic. Black garlic. Honey. Monosodium Glutamate.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1 ALHO: DEFINIÇÃO E COMPOSIÇÃO	16
3.2 ALHO NEGRO	17
3.3 REAÇÃO DE MAILLARD	17
3.4 AÇÚCARES REDUTORES	18
3.5 PROTEÍNAS.....	19
3.6 COMPOSTOS FENÓLICOS	20
3.7 UMIDADE E ATIVIDADE DE ÁGUA	20
3.8 pH.....	21
4 MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1 LOCAL.....	22
4.2 Matéria-prima	22
4.3 Métodos.....	22
4.3.1 Etapa I.....	22
4.3.2 Etapa II.....	24
4.3.2 Análises físicas.....	26
4.3.3 Análises químicas	27
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1 DELINEAMENTO COMPOSTO CENTRAL ROTACIONAL (DCCR).....	35
6 CONCLUSÃO	42
7 REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

Entende-se por alho o bulbo da espécie *Allium Sativum* L. que se apresenta com as características da cultivar bem definidas, fisiologicamente desenvolvido, inteiro, sadio e isento de substâncias nocivas à saúde (LUENGO *et al.*, 1999).

Flavonóides, ácidos fenólicos, taninos e tocoferóis constituem um grupo grande e diversificado de moléculas, que apresentam em suas estruturas químicas hidroxilas e anéis aromáticos, nas formas simples ou de polímeros, o que lhes confere poder antioxidante (WANG; ZHENG, 2001). Estes compostos estão amplamente distribuídos nas plantas medicinais, especiarias, legumes, frutas, grãos, legumes e outras sementes, onde podem apresentar-se nas formas livres ou complexadas a açúcares e proteínas, como componentes naturais da lignina e do tanino (EMBRAPA, 2006), ou associados as características sensoriais e cores de muitas frutas e flores (RISPAIL; MORRIS; WEBB, 2005; ANGELO; JORGE, 2007, SILVA *et al.*, 2011).

Os constituintes mais importantes do alho são a alicina, inulina, ácido fosfórico e sulfúrico, proteínas e sais minerais (FANTE, 2011). O alho contém compostos fenólicos e organosulfurados que são responsáveis tanto pelo odor, sabor e aroma quanto pela ação antioxidante. Compostos antioxidantes exógenos e sistema enzimático endógeno auxiliam os organismos na defesa contra o estresse oxidativo e as doenças crônicas não transmissíveis a ele associadas (TORRES, 2008). Entre os compostos não sulfurados encontram-se os terpenos, alicina, saponinas, polissacarídeos, mucilagem, sais de potássio, óxido de ferro, silicone, cálcio, ácido salicílico entre outros. As enzimas que constituem o alho são a alinase, peroxidase e mirosinase (NOSSO ALHO, 2011).

Recentemente, um novo tipo de alho, o “*alho negro*”, esta sendo produzido no Japão pelo processo de “*envelhecimento lento*” do alho fresco comum em estufa sob condições de temperatura e umidade controladas sem a utilização de aditivos artificiais. O produto final obtido apresenta cor preta com cheiro pouco característico, uma doçura de frutas sendo possível de ser consumido apenas pelo descascamento (WANG *et al.*, 2010).

Esta mudança de características do alho se deve em parte a reação de Maillard, mecanismo descrito por Louis Camille Maillard, em 1912. Trata-se de uma

reação que ocorre entre os aminoácidos ou proteínas e os açúcares redutores, quando o alimento é aquecido (cozido). Para ocorrência da reação, o grupo carbonila (=O) do carboidrato redutor, interage com o grupo amina (-NH₂) do aminoácido ou proteína e, após várias etapas, produz melanoidinas, que dão a cor e o aspecto característicos dos alimentos cozidos ou assados e que é responsável pela modificação da cor e seu sabor. A casca fica dourada e a polpa negra. De acordo com os vários tipos de técnicas ele pode ficar mais molhado e macio ou mais seco e consistente (NOSSO ALHO, 2011).

Os benefícios quanto ao consumo de alho negro, é demonstrado por diversos autores. Estudos realizados por Kim *et al.* (2011) mostraram evidências de que a administração de extrato de alho negro é capaz de melhorar o ganho de peso, reduzir a gordura corporal, baixar o hiperlipidemia e proteger contra o estresse oxidativo no estado obeso de ratos. Lee *et al.* (2009) afirmaram que o alho negro mostrou efeito antioxidante maior do que alho comum, sugerindo que o consumo de alho negro, numa extensão maior, pode ser útil na prevenção de complicações diabéticas.

Sendo assim, estes estudos apontam para os possíveis benefícios devido à administração do alho negro na dieta, no entanto, são ainda escassos na literatura, dados que comprovem suas propriedades antioxidantes, composição química, características físicas e nutricionais do alho negro, o que justifica a necessidade de mais estudos sobre este processo.

Segundo Juzwiak (1999), sendo assim, o alho (*Allium sativum* L.), que causa desconforto quando manipulado, devido ao cheiro forte e característico causado pelos compostos organossulfurados, principalmente da alicina (dialil- dissulfido) ao ser transformado em pasta e submetido ao processo de obtenção do alho negro, essa pasta pode se tornar um produto de cor atrativa, exótica, sem odor característico pungente de alho e estável à temperatura ambiente, do ponto de vista microbiológico e quanto a aparência, o que também facilita a utilização desta hortícola para obtenção do alho negro, podendo ser altamente viável.

Deste modo, este estudo tem por objetivo aperfeiçoar e otimizar a metodologia de obtenção do “*alho negro*” com o objetivo de viabilizar a sua produção em escala industrial o que é de importância, pois reduzirá o tempo do processo, o custo de produção, o preço do produto final e, conseqüentemente, propiciará sua utilização.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Otimizar a metodologia para produção do alho negro e também realização a produção de pastas de alho *in-natura* adicionadas de mel e glutamato monossódico sob as mesmas condições de processamento do alho negro com a finalidade de acelerar a reação do processo, em seguida avaliar as características físicas e químicas do alho negro e das pastas de alho obtidos após o processamento a partir da cultivar roxa do *Allium sativum* L.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obtenção do alho negro (controle);
- Obter a pasta de alho;
- Aplicar um delineamento estatístico para variação de concentração de mel (fonte de açúcar redutor) e glutamato monossódico (fonte de aminoácidos) nas pastas de alho, com o objetivo de determinar as condições ótimas de ocorrência deste processo, sendo isso inovador por ainda não ter sido realizado;
- Realizar análises físicas para avaliar alterações da cor e umidade nos tratamentos estudados;
- Realizar análises químicas para avaliar a composição: pH, açúcares redutores e os teores de fenóis totais das amostras estudadas;

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 ALHO: DEFINIÇÃO E COMPOSIÇÃO

O alho classifica-se segundo Anvisa (2005) no grupo das especiarias, sendo elas produtos constituídos de partes (raízes, rizomas, bulbos, cascas, folhas, flores, frutos, sementes e talos) de uma ou mais espécies vegetais, tradicionalmente utilizadas para agregar sabor ou aroma aos alimentos e bebidas.

Hoje se conhecem cerca de 600 espécies de alho e o gênero *Allium* é frequentemente referênciado em estudos e utilizado em medicina devido às propriedades antimicrobiana e antiviral, entre outras (NETTO, 2011).

Para todas as culturas, seja a indiana, a egípcia, a grega, a hebraica, a russa ou a chinesa, o alho era um elemento quase tão importante quanto o sal. O que ditou a diferença de importância será a rejeição pelas classes mais altas, em razão do odor da planta. Nos cultos de alguns deuses gregos era vetada a entrada de pessoas recendendo a alho. Mais tarde, continuaria rejeitado pela aristocracia e, em alguns casos, pelo clero, o que fazia deste vegetal um indicador de classe social. Era entusiasticamente apreciado como alimento e medicamento pelas massas, o que fez com que o escritor francês Raspail o apelidasse de “cânfora dos pobres”, esnobismo que se provaria equivocado ao longo do tempo (ALMEIDA *et al.*, 2012)

O alho apresenta grande importância sócio-econômica ocupando no Brasil o quarto lugar entre as hortaliças, superado apenas pelas culturas de batata, tomate e cebola (VIEIRA, 2004).

Assim como a cebola (*Allium cepa* L.) o alho (*Allium sativum* L.) é uma espécie rica em compostos fitoquímicos com ação nutracêutica. As vitaminas, e alguns minerais presentes na cebola e alho funcionam como cofatores de reações bioquímicas. São boas fontes de minerais, destacando-se o fósforo, potássio, cálcio e magnésio (BOTREL; OLIVEIRA, 2012).

O bulbo do alho fresco contém alliina, alicina e óleos voláteis. Quando o dente de alho é esmagado, a alliina, composto inodoro, é convertida em alicina, através da enzima allinase. Alicina dá ao alho seu odor pungente característico (STUART, 2005).

3.2 ALHO NEGRO

O Alho Negro é produzido pelo envelhecimento do alho cru através de processo térmico, alta temperatura e umidade. Durante este processamento, compostos instáveis e odoríferos do alho são convertidos em compostos estáveis e inodoros como Salil-cisteína (SAC) ou decomposto em compostos organosulfurados como dialil-sulfeto (DAS), dialil-dissulfeto (DADS), dialil-trissulfureto (DATs), (AMAGASE, 2006; CORZO-MARTINEZ *et al*, 2007).

O alho negro é produzido nos países asiáticos, sendo consumido na culinária local devido ao seu sabor único, ou utilizado na medicina natural, como remédio. As reações químicas e bioquímicas que ocorrem no alho quando este é submetido à determinada condição de temperatura e umidade produzem melanoidinas, responsáveis pela coloração negra. Outros compostos, como os derivados da reação de Maillard, também podem estar envolvidos no escurecimento (BOTREL; OLIVEIRA 2012).

Sasaki *et al.* (2007) verificou em estudos que o alho negro não é gerado através de uma fermentação, devido a alta temperatura com que este é produzido, o que impossibilita o crescimento de *Lactobacillus*, microrganismos responsáveis pela fermentação.

3.3 REAÇÃO DE MAILLARD

Didaticamente, a Reação de Maillard é dividida em três fases (inicial intermediária e final). No estágio inicial ocorre a condensação da carbonila de um açúcar redutor, por exemplo, com um grupamento amina proveniente de aminoácidos livres ou de proteínas, levando à formação de glicosil-frutosilaminas N-substituídas. Esse é o primeiro produto estável formado da RM (produto de Amadori). Em alimentos que contenham proteína, o grupamento amino do resíduo de lisina é o alvo principal para o ataque de açúcares redutores. Os produtos

formados nessa etapa não possuem cor, fluorescência ou absorção característica na região do ultravioleta. Na etapa seguinte, prolongando-se o aquecimento ou armazenamento, os produtos de Amadori dão origem a uma série de reações (desidratação, enolização e retroaldolização), resultando em compostos dicarbonílicos, redutonas e derivados do furfural, ou ainda em produtos da degradação de Strecker (produtos de degradação de aminoácidos). Nesta fase, é observado o aumento da geração produtos fluorescentes e de substâncias capazes de absorver radiação na região do ultravioleta. No último estágio da Reação de Maillard, os produtos intermediários (dicarbonílicos), muito reativos, podem reagir como, por exemplo, resíduos de lisina ou arginina em proteínas, formando compostos estáveis. Nessa fase ocorrem reações de fragmentação e polimerização, com a geração de melanoidinas (compostos de coloração marrom e alto peso molecular) e de compostos fluorescentes. Ao longo do processo são formados compostos voláteis, tais como cetonas e aldeídos, que conferem o aroma característico aos produtos termicamente processados (SHIBAO; BASTOS, 2011).

3.4 AÇÚCARES REDUTORES

Na natureza os mono e dissacarídeos aparecem na forma estável que é a forma de anel, porém, são potencialmente ativos. Se rompermos a ligação hemiacetálica por efeito de um álcali, por exemplo, o anel se rompe e a molécula fica aberta e com um grupamento redutor (OETTERER, 2013).

Açúcares redutores são carboidratos doadores de elétrons (reduzem os agentes oxidantes) por possuírem grupos aldeídicos ou cetônicos livres ou potencialmente livres, capazes de reduzir os agentes oxidantes. Oxidam-se em meio alcalino. Esta propriedade é empregada para a análise e quantificação dos carboidratos (UFSC, 2013).

Os Carboidratos capazes de reduzir sais de cobre e prata em soluções alcalinas, conhecidos como açúcares redutores, apresentam agrupamentos aldeídicos ou cetônicos livres. Assim, todos os monossacarídeos são redutores e o mecanismo de óxido-redução está relacionada com a formação de um etanodiol, função fortemente redutora em meio alcalino, que interconverte aldoses e cetoses. A

glucose, em meio alcalino, é rapidamente transformada em enediol, levando à formação de frutose e manose, e este composto, conhecido como redutona, ao ser oxidado à função aldônica causa a redução dos íons cúpricos. O mecanismo é semelhante ao dos demais monossacarídeos, em especial ao da frutose e ao da manose, os mais importantes nos alimentos naturais e/ou processados (DEMIATE *et al*, 2002).

3.5 PROTEÍNAS

As proteínas são substâncias sólidas, incolores, insolúveis em solventes orgânicos, e algumas solúveis em água, enquanto outras solúveis em soluções de sais, ácidos ou bases, produzindo coloides (UFSC, 2013).

As proteínas são macromoléculas, isto é, moléculas grandes, constituídas por unidades chamadas aminoácidos. São moléculas orgânicas mais abundantes e importantes nas células e perfazem 50% ou mais de seu peso seco. São encontradas em todas as partes de todas as células, uma vez que são fundamentais sob todos os aspectos da estrutura e função celulares. Existem muitas espécies diferentes de proteínas, cada uma especializada para uma função biológica diversa. Além disso, a maior parte da informação genética é expressa pelas proteínas. Pertencem à classe dos peptídeos, pois são formadas por aminoácidos ligados entre si por ligações peptídicas. Uma ligação peptídica é a união do grupo amino (-NH₂) de um aminoácido com o grupo carboxila (-COOH) de outro aminoácido, através da formação de uma amida (UFSCG, 2013).

A cebola (*Allium cepa*) e o alho (*Allium sativum*) contêm compostos de enxofre responsáveis pelo seu forte cheiro. Estas plantas contêm ainda uma elevada concentração de aminoácidos, especialmente cisteína (que contém enxofre). No entanto nem a cebola nem o alho têm odor antes de ser cortados. Apenas quando se inicia o corte de uma cebola (ou alho) a quebra das paredes celulares põe os aminoácidos em contacto com enzimas, desencadeando-se uma série de reações químicas que conduzem à formação de compostos de enxofre voláteis: no alho o disulfureto de alilo (C₆H₁₀S₂) e na cebola o disulfureto de alilo propilo (C₆H₁₂S₂) (SARAIVA; LOPES, 2013).

3.6 COMPOSTOS FENÓLICOS

Os compostos fenólicos são substâncias amplamente distribuídas na Natureza, mais de 8000 compostos fenólicos já foram detectados em plantas. Esse grande e complexo grupo faz parte dos constituintes de uma variedade de vegetais, frutas e produtos industrializados. Podem ser pigmentos, que dão a aparência colorida aos alimentos, ou produtos do metabolismo secundário, normalmente derivado de reações de defesa das plantas contra agressões do ambiente. Esses compostos agem como antioxidantes, não somente pela sua habilidade em doar hidrogênio ou elétrons, mas também em virtude de seus radicais intermediários estáveis, que impedem a oxidação de vários ingredientes do alimento, particularmente de lipídios (BRAND-WILLIAMS; CUVELIER; BERSET, 1995).

Os compostos fenólicos englobam: ácidos fenólicos (ácidos hidroxibenzóicos ou ácidos hidroxicinâmicos), flavonóides (flavonóis, flavonas, flavanóis, flavanonas, antocianinas e isoflavonóides), estilbenos, cumarinas e taninos, tendo os flavonóides e os ácidos fenólicos maior relevância no seu poder antioxidante (FERREIRA; ABREU, 2007).

Contribuem no sabor, odor e coloração de diversos vegetais sendo muito usados, os compostos fenólicos, como flavorizantes (aldeído cinâmico e vanilina) e corantes na indústria alimentícia, na cosmeceutica (PROENÇA DA CUNHA; ROQUE, 2005).

3.7 UMIDADE E ATIVIDADE DE ÁGUA

Determinar a umidade dos alimentos é de grande importância e muito utilizada na análise de alimentos. No processo de secagem essa determinação é fundamental. A umidade se relaciona com sua estabilidade, qualidade e composição, além de afetar as seguintes características do produto: estocagem (alimentos estocados com alta umidade deterioram mais facilmente se o seu teor de umidade for baixo); embalagem (as embalagens devem ser apropriadas para o teor

de umidade do alimento); processamento (a quantidade de água é importante no processamento de vários produtos) (VARGAS, 2012).

A atividade de água indica a intensidade das forças que unem a água com outros componentes não-aquosos, e conseqüentemente, a água disponível para o crescimento de microrganismos e para que se possam realizar diferentes reações químicas e bioquímicas (UFCSPA, 2013). Segundo Neto (1976), a atividade de água é um dos parâmetros mais importantes na conservação de alimentos, tanto no aspecto físico quanto biológico. Dessa forma, podem ser previstas reações de oxidação lipídica, escurecimento não enzimático, atividade enzimática, desenvolvimento de microrganismos, assim como o comportamento de misturas de alimentos com diferentes valores de atividade de água e sistema de embalagens.

3.8 PH

A medida do pH é importante para as seguintes determinações: deterioração do alimento com crescimento de microrganismos, atividade das enzimas, textura de geléias e gelatinas, retenção do sabor-odor de produtos de frutas, estabilidade de corantes artificiais em produtos de frutas, verificação do estado de maturação de frutas e escolha da embalagem (VICENZI, 2013).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCAL

O estudo foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Campo Mourão. Os tratamentos foram avaliados por meio de análises físicas e químicas.

4.2 MATÉRIA-PRIMA

Foi utilizado a cultivar de alho Santa Catarina Roxo, classificada como nobre adquirida no mercado local de Campo Mourão - PR.

4.3 MÉTODOS

O estudo foi dividido em duas etapas.

4.3.1 Etapa I

- Definição dos parâmetros de atmosfera para obtenção do alho negro ou tratamento controle

Para obtenção da amostra controle foi seguido a metodologia Wang *et al.* (2010) e de Kim *et al.* (2012) com modificações.

Em um recipiente de vidro com capacidade para 5000 mL foi preparada uma solução saturada de cloreto de sódio, em seguida acoplou-se ao recipiente uma tela plástica (suporte) onde foram depositados 3 bulbos de alho conforme pode ser observado na Figura 1. Em seguida o recipiente foi lacrado e armazenado em estufa a 75°C por 14 dias, nesta temperatura a umidade relativa da solução saturada é de 75,58% segundo Greenspan, (1977).

O alho negro obtido foi utilizado como padrão de comparação para as formulações estudadas.



Figura 1: Recipiente lacrado contendo a solução salina saturada e os alhos em início de processo

4.3.2 Etapa II

- Elaboração das pastas de alho *in-natura* para aplicação do Delineamento Composto Central Rotacional das variáveis: mel e glutamato monossódico.

O primeiro passo consistiu no preparo da pasta de alho *in-natura* realizada por meio dos seguintes tratamentos: imersão em água a 80°C por três minutos, descascamento com auxílio de facas e trituração dos “dentes de alho” em liquidificador semi-industrial. Em seguida foi adicionado 0,01% de sorbato de potássio, com o objetivo de evitar o desenvolvimento de fungos, Figura 2.

A etapa II consistiu na produção da pasta de alho *in-natura* e a definição das variáveis do estudo por meio da aplicação de um delineamento composto central rotacional (DCCR) 2²: mel e glutamato monossódico, incluindo quatro ensaios nas condições axiais e três repetições no ponto central, totalizando 11 tratamentos pelo programa Statistica (Statsoft) versão 8.0 (Tabela 1).

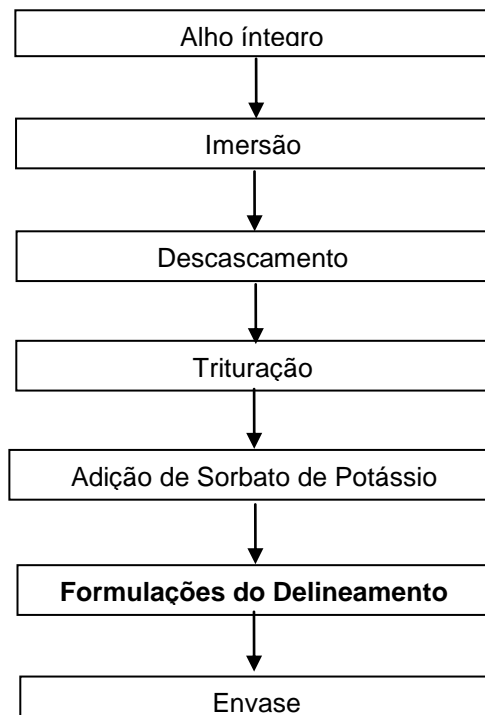


Figura 2: Processamento da pasta de alho *in-natura* para a aplicação do delineamento composto central rotacional.

Tabela 1: Delineamento composto central rotacional (DCCR)

Ensaio	Variável: Mel		Variável: Glutamato Monossódico	
	VC*	VR (%)**	VC*	VR (%)**
P1	+1	4,27	+1	4,27
P2	-1	0,73	+1	4,27
P3	+1	4,27	-1	0,73
P4	-1	0,73	-1	0,73
P5	+1,41	5	0	2,5
P6	-1,41	0	0	2,5
P7	0	2,5	+1,41	5
P8	0	2,5	-1,41	0
P9	0	2,5	0	2,5
P10	0	2,5	0	2,5
P11	0	2,5	0	2,5

*VC = Variável Codificada; **VR(%) = Valor real das quantidade de mel e glutamato monossódico adicionados nas pastas em porcentagem.

Definido as formulações do DCCR, o preparo e envase das amostras foi realizado em recipientes de vidros com capacidade para 50g (Figura 3). Os recipientes foram identificados com a letra P e numerados de 1 a 11.

Os recipientes contendo as pastas foram colocados sob mesmas condições do controle definidas para obtenção do tratamento controle: 75°C e UR de 75% (Figura 4). As amostras foram preparadas em triplicatas.



Figura 3: Amostras das pastas (em triplicatas) do *Allium sativum* L.



Figura 4 – Pastas de alho incubadas em estufa a 75°C e UR de 75%

A cada dois dias foram realizadas análises de cor nas pastas de alho *in-natura* do delineamento. Os resultados de cor obtidos foram comparados com a cor do alho controle até não ser mais possível observar diferenças entre a cor das amostras tratadas e a cor do alho do tratamento controle de 14 dias (Figura 5). Desta forma as amostras do delineamento poderiam atingir a cor que não diferenciasse do controle em 14 dias, ou antes, ou após 14 dias.

4.3.2 Análises físicas

- Determinação de cor – L^* , a^* , b^* :

A determinação objetiva da cor foi realizada em colorímetro marca Minolta Chroma Meter CR — 300, sistema Hunter Lab, com resultados expressos em valor de L (luminosidade), a (negativo = verde, positivo = vermelho) e b (positivo = amarelo, negativo = azul). Foi calculada a diferença total de cor (ΔE) de acordo com a equação (1), a qual consta no manual do aparelho:

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta B)^2]^{1/2} \quad (1)$$

Onde: Δ é a diferença entre cada parâmetro de cor das amostras iniciais e das amostras armazenadas.

A análise de cor foi realizada no alho *in-natura*, no alho negro (controle) e nas pastas de alho do delineamento. Nas pastas de alho do delineamento foram realizadas as análises de cor a cada 2 dias durante o processamento térmico, até o momento que o ΔE das pastas não se diferenciasse estatisticamente pela análise de Tukey ($p < 0,05$), neste determinado ponto o processo térmico era finalizado.

4.3.3 Análises químicas

- Determinação de Açúcares Redutores

A análise de açúcares redutores foi realizada no alho *in-natura*, nas pastas de alho do delineamento após o processo térmico e no alho negro controle. No controle foi realizado a cada 2 dias até completar 14 dias de processo.

O teor de açúcares redutores foi determinado pelo método espectrofotométrico (MILLER, 1959). Em balão volumétrico de 100 mL foi depositado 0,5g da amostra macerada o volume foi completado o volume com água destilada e filtrado. Em tubo de ensaio foi misturado 1,0 mL da solução diluída, 4 mL de água destilada e 1 mL de reagente de DNS (Ácido 3,5-dinitrosalicílico), em seguida os tubos foram tampados e colocados em água fervente por 5 minutos. Em

seguida as amostras foram resfriadas imediatamente em banho com gelo e a absorbância determinada em espectrofotômetro a 517 nm em cubetas de vidro de 10mm, contra o branco preparado com 5 mL de água destilada e 1 mL do reagente DNS.

Os teores de açúcares redutores foram determinados por interpolação da absorbância das amostras contra uma curva de calibração construída com padrões de glicose (0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 e 1mg/mL) e expressos em miligramas (mg) de glicose por mL.

- Determinação de Proteínas

A análise de proteína foi realizada no alho *in-natura* e no alho negro controle.

Para a determinação da quantidade de proteínas foi realizado a metodologia de Kjeldahl de acordo com Adolfo Lutz (2010).

- Determinação de Compostos Fenólicos

A determinação de compostos fenólicos foi realizadas nas amostras de alho *in-natura*, nas pastas de alho do delineamento após o processo térmico e no alho negro controle.

O teor de compostos fenólicos totais foi determinado pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu segundo metodologia proposta por Singleton e Rossi apud Amerine e Ough (1976) com algumas modificações: em um tubo de ensaio de 10mL foi pipetado uma alíquota de 0,1mL do extrato metanólico (80/20, v/v) da amostra, em seguida realizado a prévia diluição em 3,0mL de água destilada e 0,25mL de Folin-Ciocalteu. Após três minutos de repouso serão adicionados 2,0mL de solução de carbonato de sódio a 7,5%. O tubo foi fechado e levado ao banho de água a temperatura de 37°C por trinta minutos. A seguir, a absorbância foi determinada em espectrofotômetro a 765nm, usando cubetas de vidro de 10mm,

contra o branco, cuja solução continha 0,25mL do reagente de Folin-Ciocalteu, 2,0mL da solução de carbonato de sódio a 7,5% e 3,1mL de água destilada.

Os teores de compostos fenólicos totais foram determinados por interpolação da absorbância das amostras contra uma curva de calibração construída com padrões de ácido gálico (100, 300, 500, 700 e 1000mg/L) e expressos em miligramas (mg) de equivalente de ácido gálico (mg EAG) por 100g da amostra em base. As análises foram realizadas em triplicata.

- Determinação da Atividade de Água

A atividade de água foi determinada nas amostras de alho *in-natura* e no alho negro controle.

A atividade de água foi realizada utilizando o aparelho Aqualab após estabilização das amostras durante 1h a 25°C de acordo com Rocha *et al.* (2009).

- Determinação de Umidade

A umidade foi determinada nas amostras de alho *in-natura*, nas pastas de alho após o tratamento térmico e no alho negro controle.

A determinação da umidade foi realizada seguindo a metodologia de secagem a 105°C (ADOLFO LUTZ, 2010).

- Determinação de pH

O pH foi determinado nas amostras de alho *in-natura*, nas pastas de alho após o tratamento térmico e no alho negro controle.

Para se determinar o pH, diluiu-se em um béquer 10 g da amostra com 100 mL de água destilada. A mistura foi filtrada, e em seguida, o pH determinado em pHmetro eletrônico digital calibrado.

4.3.7 Análises estatísticas

Para realização da análise estatística foi utilizado o valor de ΔE comparativo entre o tratamento controle, alho negro (14 dias) e as pastas de alho estudadas após o processamento térmico que possuem tempos variados de término de processo.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando detectado diferenças significativas entre os tratamentos em nível de 5% de significância, ao Teste de Tukey, por meio do programa Statistica (Statsoft) versão 8.0.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS DE ATMOSFERA PARA OBTENÇÃO DO ALHO NEGRO (TRATAMENTO CONTROLE)

Após os 14 dias de incubação a 75°C e 75% UR do alho *in-natura*, foi obtido um alho de cor negra, sabor adocicado, sem odor característico de alho, macio e de casca dourada, como verificado na Figura 5.



Figura 5 – Alho negro obtido após 14 dias

A tabela 2 apresenta as médias e respectivos desvios padrões das análises quantitativas realizadas nas amostras de alho *in-natura* e no alho negro obtido após 14 dias de incubação a 75°C e 75% UR

Tabela 2: Médias e respectivos desvios padrão das análises quantitativas realizadas em amostras de alho in-natura e alho negro após 14 dias de incubação.

Análises Quantitativas	Alho <i>in-natura</i>	Alho Negro
Açúcares redutores (g/100g)	0,49 ± 0,0064	3,04 ± 0,0580
Proteínas (g/100)	5,90 ± 0,0220	17,50 ± 0,0810
Compostos Fenólicos (mg de EAG/L)	17,96 ± 0,4300	237,50 ± 1,0900
Atividade de água	0,98 ± 0,0007	0,82 ± 0,0013
Umidade (%)	66,50 ± 0,6200	28,10 ± 0,7000
pH	6,30 ± 0,0310	4,20 ± 0,0200

EAG: Equivalente em Ácido Gálico

O alho negro foi obtido em 14 dias, comparado a outras metodologias como Wang *et al.* (2010), que obteve o mesmo produto em 30 dias, pode-se observar uma redução no tempo de produção de 53,33%. Os autores Kim *et al.* (2011), obtiveram o alho negro em 14 dias como neste trabalho, no entanto ela utilizou uma umidade relativa de 50%, sendo esta mais difícil de se obter, comparado a este trabalho que utilizou uma solução saturada de cloreto de sódio de umidade relativa de 75,58%.

O teor de proteínas no alho *in-natura* (Tabela 2), foi de 5,90 g em 100g (de alho *in-natura*), no alho negro foi de 17,50 g de proteínas em 100g de alho negro. Marchiori (2013) estudando fitoquímicos bioativos observou valores de 6,05 g de proteína em 100 g de alho *in-natura*.

O aumento da quantidade de proteínas pode ser explicado pela redução nos teores de umidade ocorridos durante o processamento do alho negro, o que levou aumento na concentração de sólidos totais da amostra estudada. (FENEMMA, 2010).

O acréscimo no teor de açúcares redutores e totais no alho negro também foi observado por Galante (2008), que estudou o efeito do aumento da temperatura na extração de inulina do alho (*Allium sativum* L. var. Chonan) e posterior hidrólise. Este

valor de 0,54g em 100 g de alho, próximo ao valor encontrado também neste estudo que foi de 0,49g em 100g de alho (Tabela 2).

Segundo Oliveira; Botrel (2012) as reações químicas e bioquímicas que ocorrem no alho quando este é submetido à determinada condição de temperatura e umidade produzem melanoidinas, responsáveis pela coloração negra. Outros compostos, como os derivados da reação de Maillard, também podem estar envolvidos no escurecimento. Portanto, alhos com altos teores de frutose são os mais indicados para a produção do alho negro. Seu sabor é característico adocicado, o que promove atenuação no odor característico do alho durante o tratamento térmico.

O teor de açúcares redutores, no tratamento controle foi determinado a cada dois dias durante os 14 dias de processamento térmico à temperatura de 75°C e UR de 75%, até que se tornar-se negro, (Figura 6).

A Figura 7 relaciona as quantidades de açúcares em g/100g das amostras analisadas.



Figura 6: Aparência do alho do tratamento controle a cada dois dias durante 14 dias de incubação a 75°C e 75% UR.

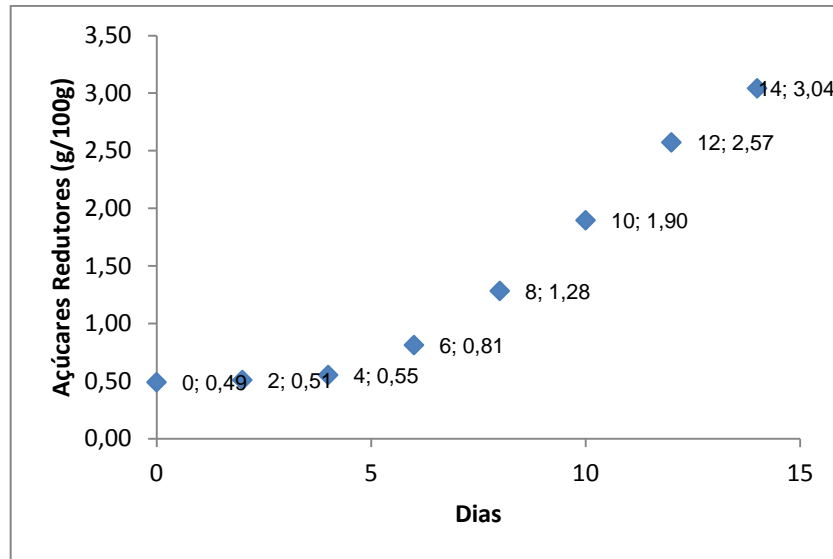


Figura 7 – Valores de açúcares redutores (g/100g) das amostras durante 14 de processamento térmico.

Ao final do processo, foi verificado um aumento no teor de açúcares redutores, sendo de 3,04 g em 100 g de alho negro.

Os valores observados neste estudo foram de 17,96 mg EAG/L para o alho *in-natura* e 237,50 mg EAG/L para o alho negro (Tabela 2). Queiroz (2010) analisando diferentes solventes para a extração de compostos fenólicos em alho *in-natura*, verificou que o solvente metanol adicionado de água na proporção de 70:30 (v/v) resultou na extração de 17,55 mg EAG/L. Este resultado está próximo ao que foi observado neste estudo de alho *in-natura*.

Dewanto *et al.* (2000) e Murator *et al.* (2008), em estudo realizado com tomates, verificaram que o tratamento térmico de 70°C, favorece a liberação de compostos fenólicos da matriz extracelular deste frutooligossacarídeo, podendo aumentar seus conteúdos em tomates submetidos ao processamento térmico, melhorando seu valor nutricional. Embora este estudo tenha sido realizado com tomates, outras hortaliças, legumes e frutos dependendo da composição química e do tipo de exposição submetido podem apresentar a mesma resposta (FENEMMA, 2010).

Para os valores de aw os resultados encontrados foram de 0,98 para o alho *in-natura* e 0,82 para o alho negro (Tabela 1). Fante (2011) estudando a cinética de branqueamento e de secagem por ar quente e liofilização do alho (*Allium sativum* L.), observou valor de aw igual a 0,98. Este resultado foi idêntico ao realizado neste

estudo. A reação de Maillard favorece a síntese de compostos secundários o que explica a redução nos valores de a_w (FENEMMA, 2010).

O valor de umidade encontrado neste estudo foi de 66,5% do alho *in-natura* e 28,1% do alho negro (Tabela 1). Segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (2006) a umidade do alho *in-natura* é de 67,5%. Este valor corrobora com o encontrado neste estudo. Neste estudo, o decréscimo do valor de umidade do alho negro pode ter ocorrido devido temperatura aplicada durante o processamento térmico realizado.

O valor de pH observado para as amostras de alho *in-natura* foi de 6,3 e para o alho negro 4,2 (Tabela1). Berbari; Silveira; Oliveira (2003) avaliando o comportamento de pasta de alho durante o armazenamento (*Allium sativum L.*) observaram o valor de pH de 6,3. A diminuição do pH que ocorre durante o processo de transformação do alho *in-natura* em alho negro é explicado pela formação de ácidos orgânicos durante a fase secundária da reação de Maillard. Nesta fase ocorre um aumento das redutonas e posterior diminuição do pH (FENEMMA, 2010).

5.1 DELINEAMENTO COMPOSTO CENTRAL ROTACIONAL (DCCR)

A tabela 3 apresenta os valores da variação de cor, ΔE , do alho negro e das 11 amostras formuladas calculados no tempo (em dias) onde as cores das amostras de pastas equiparam-se a cor do alho do tratamento controle.

Dependendo das variáveis estudadas no DCCR foi observada a influência das concentrações de mel e glutamato monossódico adicionados nas formulações. Os Gráficos de Pareto ($p < 0,1$) e superfície de respostas apresentam os resultados do delineamento.

Tabela 3: Valores de ΔE das amostras e do alho negro.

Amostras	ΔE	Desvio Padrão	Dias
Alho Negro	65,63	1,45	14
p1	64,37	0,06	10
p2	64,34	0,16	10
p3	64,84	0,06	12
p4	64,51	0,07	12
p5	64,78	0,01	10
p6	64,48	0,07	10
p7	64,70	0,11	10
p8	64,63	0,06	10
p9	65,14	0,12	12
p10	64,81	0,07	12
p11	66,01	0,04	12

A Figura 8 apresenta as pastas de alho obtidas com 10 e 12 dias de tratamento onde o ΔE destas pastas não diferiram estatisticamente por Tukey ($p < 0,05$), quando comparadas ao alho negro controle.

Para as formulações obtidas em 10 dias (p1, p2, p5, p7 e p8) foi observado uma redução de tempo para a obtenção do produto de 28,6% em relação ao tratamento controle, as pastas restantes obtiveram redução de 14,3%. Comparando o tempo gasto neste estudo para obtenção do alho negro com estudos realizados por Wang *et al* (2010), que gastou 30 dias, este trabalho conseguiu uma redução de de 53,3% atribuído a definição da atmosfera e 28,6% devido a adição de mel e glutamato monossódio para a produção de pastas de alho negro.

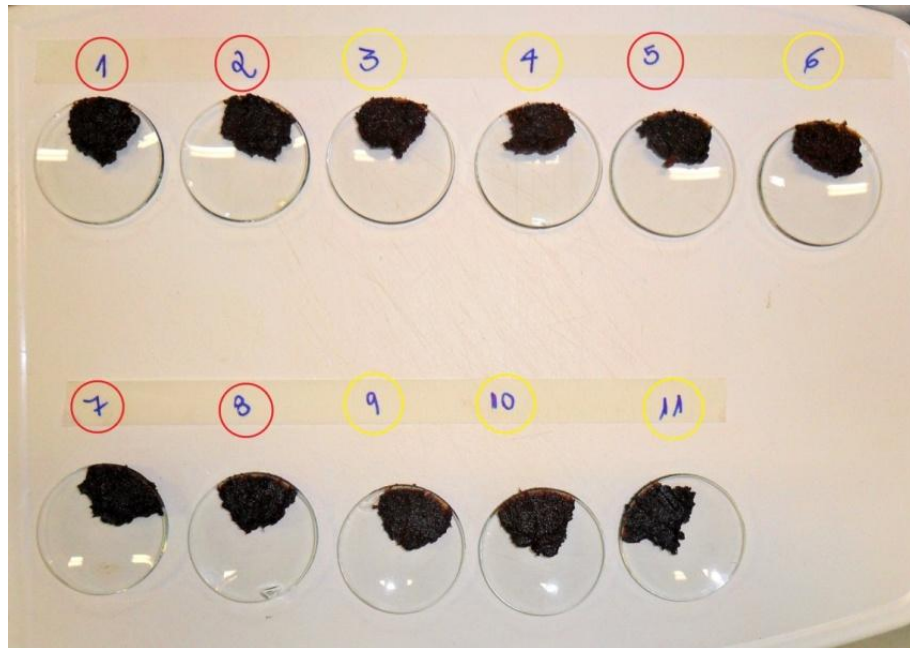


Figura 8 – Amostras de pastas de alho no 10^o (círculo vermelho) e 12^o dia (círculo amarelo) de processamento térmico

Após equiparação da cor, as pastas foram analisadas para verificar: compostos fenólicos, açúcares redutores, umidade e pH, Tabela 4.

Tabela 4: Médias e respectivos desvios padrões das análises físico-químicas das pastas de alho.

Amostras	Compostos Fenólicos (mg EAG/L)	Açúcar Redutor (g/100g)	Umidade (%)	pH
p1	174,00 ± 0,750	2,18 ± 0,017	47,6 ± 1,470	4,41 ± 0,074
p2	149,00 ± 4,530	1,80 ± 0,009	47,0 ± 0,360	4,60 ± 0,015
p3	199,60 ± 1,090	2,82 ± 0,084	49,8 ± 0,580	4,16 ± 0,061
p4	144,20 ± 1,090	2,90 ± 0,015	51,4 ± 1,950	4,30 ± 0,021
p5	146,50 ± 1,760	2,45 ± 0,019	51,1 ± 0,330	4,26 ± 0,115
p6	114,90 ± 0,750	1,56 ± 0,008	44,9 ± 0,210	4,50 ± 0,106
p7	166,20 ± 1,300	1,93 ± 0,015	47,0 ± 0,140	4,45 ± 0,046
p8	141,70 ± 0,910	2,51 ± 0,011	51,9 ± 1,250	4,18 ± 0,006
p9	166,80 ± 0,910	2,63 ± 0,012	51,0 ± 0,370	4,21 ± 0,050
p10	166,10 ± 0,500	2,65 ± 0,017	51,2 ± 0,510	4,21 ± 0,045
p11	166,50 ± 2,760	2,64 ± 0,022	51,1 ± 0,500	4,20 ± 0,038
Alho Negro (controle)	237,50 ± 1,090	3,04 ± 0,054	28,1 ± 0,700	4,2 ± 0,0200
Alho <i>In-natura</i>	17,96 ± 0,430	0,49 ± 0,006	66,5 ± 0,600	6,3 ± 0,0310

EAG: Equivalente em ácido gálico

Após a obtenção destes resultados foi possível notar que a formulação com melhores resultados nutricionais, os quais são: compostos fenólicos e açúcares redutores foi a formulação p3, com 4,27% de mel e 0,73% de glutamato monossódico, obtendo 199,6 mg EAG/L e 2,82g de açúcares redutores em 100g de alho *in-natura*.

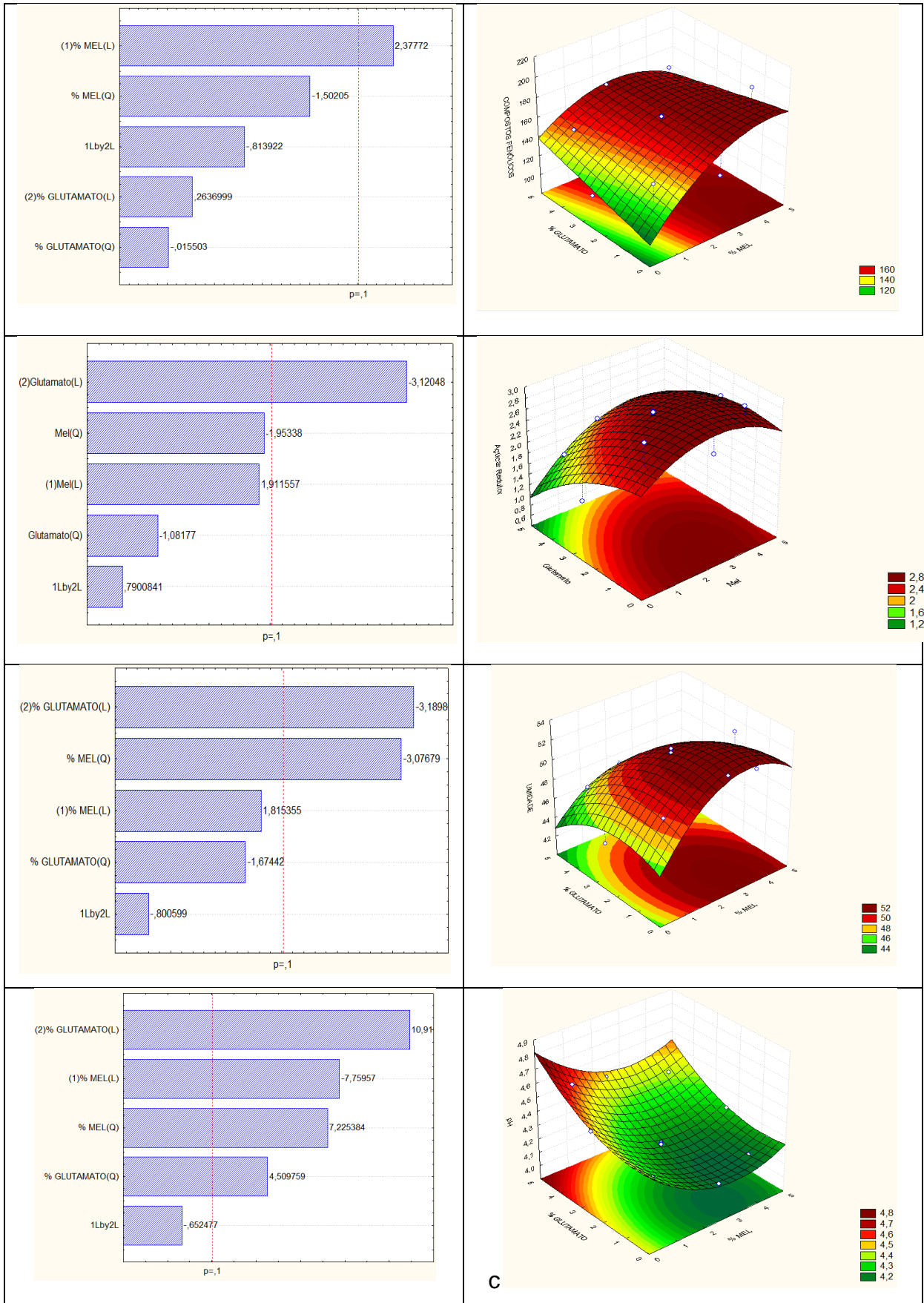
Utilizando a análise estatística de Tukey ($p < 0,05$), comparando a formulação p3 com o alho negro, tabela 5. Foi possível notar que elas se diferenciam com relação aos compostos fenólicos, açúcares redutores e umidade, já o pH não obteve diferença significativa. Este fato pode ter sido decorrente à quantidade de dias que a pasta ficou armazenada sobre processamento térmico, o qual foi menor comparado ao alho negro controle, já que se utilizou a cor (ΔE) como parâmetro de fim de processo.

Tabela 5: Os resultados da variância (ANOVA), entre a pasta de alho p3 e o alho negro, em nível de 5% de significância, ao Teste de Tukey.

Amostras	Compostos Fenólicos (mg EAG/L)	Açúcar Redutor (g/100g)	Umidade (%)	pH
p3	199,60 ^a ± 1,090	2,82 ^a ± 0,084	49,8 ^a ± 0,580	4,16 ^a ± 0,061
Alho Negro (controle)	237,50 ^b ± 1,090	3,04 ^b ± 0,054	28,1 ^b ± 0,700	4,2 ^a ± 0,0200

EAG: Equivalente em ácido gálico.

Figura 9: Gráficos de Pareto e gráficos de superfície de resposta das análises de compostos fenólicos, açúcares redutores, umidade e pH.



C

Analisando os resultados obtidos nos gráficos das análises de superfície de reposta foi possível notar um aumento significativo de compostos fenólicos nas pastas de alho negro, a adição de mel mostrou-se com influência positiva com ($p < 0,1$). O aumento no teor de açúcares redutores foi notado, no entanto, não foi de forma significativa ($p < 0,1$)

Segundo Gheldof; Wang; Engeseth (2002), o mel possui um grande número de compostos secundários, como: enzimas (glicose oxidase, catalase e peroxidase), ácido ascórbico, hidroximetilfurfuraldeído, carotenóides, ácidos orgânicos, aminoácidos, proteínas, ácidos fenólicos, flavonoides além de glicose e frutose, resultando no aumento da velocidade da reação de Maillard e, conseqüentemente na produção de compostos fenólicos. Segundo (SHIBAO, 2011), a ocorrência desta reação é favorecida por vários fatores: temperaturas elevadas, acima de 40°C, atividade de água na faixa de 0,4 a 0,7, pH entre 6 a 8, preferencialmente alcalino, umidade relativa de 30% a 70% e presença de íons metálicos de transição como cobre e ferro, que podem catalisar a reação. Outros fatores que influenciam diretamente na reação é o tipo de açúcares redutores e aminoácidos presentes.

Os açúcares redutores (glicose e frutose) são as frações dominantes, representando em torno de 85% dos carboidratos presentes no mel de *Apis*, os quais têm a capacidade de reduzir íons de cobre em solução alcalina (WHITE JÚNIOR, 1975, 1979; SEEMANN & NEIRA, 1988; TELLO DURÁN, CORTOPASSI-LAURINO, ISSA, TOLEDO, BASTOS & SOARES, 1996).

No gráfico de pH foi observado que a adição de glutamato propiciou aumento de pH enquanto que a adição de mel proporcionou a sua redução. Estes resultados são atribuídos às características alcalinas do glutamato monossódico (UNICAMP, 2012) e as características ácidas do mel. Segundo Bogdanov *et al.* (1997) todos os méis são ácidos apresentando entre 3,5 e 5,5.

Para a umidade, a adição de glutamato monossódico foi significativo à partir de 4% promovendo redução no teor de umidade das pastas possivelmente por aumentar a quantidade de sólidos solúveis do meio.

Assim, foi uma condição mais apropriada para produção de pastas de alho negro ocorreria em atmosfera igual a 75% de UR, pH de 4,2, concentração de mel acima de 2,5% e 0,73% de glutamato monossódico.

6 CONCLUSÃO

Com este estudo foi possível o desenvolvimento de uma metodologia otimizada para a produção do alho negro. Estudos anteriores a este obtiveram o alho negro em 30 dias como WANG *et al.*, 2010, outro em 14 dias como Kim *et al.* (2011), no entanto com uma umidade relativa mais difícil de ser obtida, 50%. No presente trabalho foi possível obter o alho negro em 14 dias, conseguindo uma redução de 53,3% comparada ao produzido em 30 dias, com uma solução salina de cloreto de sódio de umidade relativa de 75,58%, a qual é mais fácil de obter. Nas pastas estudadas o tempo de 10 e 12 dias o que representou uma redução de 60% e 66,66% respectivamente.

Poucos estudos foram publicados até o momento. Outros trabalhos poderiam ser realizados em condições de maior concentração de mel, visto que sua adição foi o fator que mais influenciou sobre as demais variáveis estudadas.

A pasta do delineamento composto centra rotacional, que possuiu melhores resultados com relação a valores nutricionais: compostos fenólicos e açúcares redutores foi a pasta, p3, de formulação, 4,27% de mel e 0,73% de glutamato monossódico. Comparada a pasta p3 ao alho *in-natura*, sobre os valores de compostos fenólicos e açúcares redutores, a pasta possui maiores teores destas composições, no entanto, comparada ao alho negro controle, a pasta p3 possui valores inferiores.

Considerando as quantidades substanciais de açúcares redutores e em especial de compostos fenólicos, a formulação mais apropriada para produção de pastas de alho negro seria de: no mínimo de 2,5% de mel e máximo de 0,73% de glutamato monossódico, submetido a UR de 75,58% à temperatura de 75°C e pH de 4,2.

O trabalho permitiu o desenvolvimento de uma metodologia otimizada para a produção de alho negro.

7 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.; BONAVENTURA, C.; LIMA, A. D.; AZAR, L. Alho. **Tecnologia em Gastronomia Noções de Nutrição**. Disponível em: <<http://www.unirio.br/gastronomiavancada/alho/seminariodealho.htm>>. Acesso em: 23 mar. 2012.

AMERINE, M A.; OUGH C. S. **Análisis de Vinos y Mostos**. Zaragoza, 1976.

AMAGASE, H. Clarifying the real bioactive constituents of garlic. **Nutritional Journal.**, Ed. 136. p. 716-725, 2006.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos: Uma breve revisão. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.66, n.1, p.1-9, 2007.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC Nº. 276. **Anvisa**, Brasília, 22 set. 2005.

BERBARI, S.A.G.; PASCHOALINO, J.E. Acidificação do palmito pupunha In. Industrialização do palmito pupunha. **Manual Técnico N°15**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, cap. 3, p. 23-30, 1997.

BOTREL N, OLIVEIRA V. Cultivares de cebola e alho para processamento. **Abhorticultura**. Disponível em:<http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_6/PAL4.pdf>. Acesso: 13 mai. 2013.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel-Wissenschaft Technologie**, London, v. 28, p. 25-30, 1995.

BOGDANOV, S., MARTIN, P., & LÜLLMANN, C. **Harmonised methods of the European Honey Commission**. Apidologie, extra issue: 1-59, 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Agência Nacional de vigilância Sanitária. Métodos físico-químicos para análise de alimentos/ Ministério da Saúde**, Brasília, p. 1018, 2005.

CORZO M, CORZO N, VILLAMIEL M. Biological properties of onions and garlic. **Trends Food Science Technology**. Ed. 18. p. 609-625, 2007.

COULTATE, T.P. **Alimentos: a química de seus componentes**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, p. 368, 2004.

DEMIATE, I. M.; WOSIACKI, G.; CZELUSNIAK, C.; NOGUEIRA, A. Determinação de açúcares redutores em alimentos. Comparação entre método colorimétrico e titulométrico. Disponível em: <http://ri.uepg.br:8080/riuepg/bitstream/handle/123456789/574/ARTIGO_DeterminaçãoAçúcaresRedutores.pdf?sequence=1>. Acesso em 12. Ago 2013.

EMBRAPA. Qualidade e segurança dos alimentos. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/118534/1/BOASPRATICASAGRICELEMENTOSDEAPOIOPARAASBPAAEOSISTEMAAPPCC.pdf>> .Acesso em: 24 jul. 2013.

FANTE, L. Dissertação: Estudo da cinética de branqueamento e de secagem por ar quente e liofilização do alho (*Allium sativum* L.). **UFRGS**. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/28865>> Acesso em: 13 fev. 2013.

FENNEMA, O. R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. Química de alimentos de Fennema. 4. ed. Porto Alegre. **Artmed**, 2010.

FERREIRA, I. C. F. R.; ABREU, R. Stress Oxidativo, Antioxidantes e Fitoquímicos. **Bioanálise**. Ed. IV(2). p 32-39, 2007.

FISIOTERAPIA, **Alho**. Portugal, v. 9, n. 1, p. 15-16, 2009.

GALANTE, R. M. Extração de Inulina do alho (*Allium sativum* L. var. Chonan) e simulação dos processos em batelada e em leite fixo. Repositório UFSC. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/90911/252173.pdf?sequence=1>> . Acesso em 28 ago. 2013.

JUZWIAK, C. R. **Alho: Considerações sobre as alegações funcionais**. Cadernos de Nutrição 18:13-21, 1999.

KIM I.; KIM J.; HWANG Y.; HWANG K.; OM A.; KIM J.; CHO K. The beneficial effects of aged black garlic extract on obesity and hyperlipidemia in rats fed a high-fat diet. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 5, n.14, p. 3159-3168, 2011.

LEE, Y.; GWEON, O.; SEO, Y.; IM, J.; KANG, M.; KIM, M.; KIM, J. Antioxidant effect of garlic and aged black garlic in animal model of type 2 diabetes mellitus. **US National Library of Medicine National Institutes of Health**. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2788179/>>. Acesso em: 2 abr. 2012.

LUENGO, R. F. A.; CALBO, A. G.; LANA, M. M.; MORETTI, C. L.; HENZ, G. P. **Classificação das Hortaliças**. Disponível em: <www.cnph.embrapa.br/public/classificacao.doc>. Acesso em: 20 mar. 2012.

MARCHIORI, V. F. **Propriedades Funcionais do Alho (Allium sativum L.)**. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/siesalq/pm/alho_revisado.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2012.

MENSOR, L. L.; MENEZES, F. S.; LEITAO, G. G.; REIS, A. S.; DOS SANTOS, T. C.; COUBE, C. S.; LEITÃO, S.G. **Screening of Brazilian Plant Extracts for Antioxidant Activity By The Use Of DPPH Free Radical Method**. p. 127–130, 2001.

NETTO C. G. Tese revela que espécies de alho têm atividade semelhante à de antibiótico. **Jornal da Unicamp**, Campinas, p. 28, 2011.

NETO, R. A. T.; DENIZO, N.; QUAST, D. G. Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos. v. 7.p. 191-206, 2007.

NOSSO ALHO. Brasília, v. 1, n. 11 p. 55, 2011.

OETTERER, M. Mono e dissacarídeos - propriedades dos açúcares. **Esalq**. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/departamentos/lan/pdf/Mono%20e%20Dissacarideos%20-%20Propriedades%20dos%20Acucares.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2013.

PRADO, A. Composição fenólica e atividade antioxidante de frutas tropicais. **Dissertação (Mestrado Em Ciência e Tecnologia de Alimentos)**. Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), São Paulo, 2009.

PROENÇA DA CUNHA A, ROQUE R. Compostos Fenólicos: características e origem biossinética em farmacognosia e fitoquímica. **Fundação Calouste Gulbenkian**, Lisboa, p. 212-235, 2005.

QUEIROZ, Y. S.; BASTOS, H. M.; SAMPAIO, G. R.; SOARES, R. A. M.; ISHIMOTO, E. Y.; TORRES, E. A. F. S. Influência dos aditivos alimentares na atividade antioxidante in vitro de produtos de alho. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.17, n.3, p. 287-293, 2006.

RISPAIL, N.; MORRIS, P.; WEBB, K. J. Phenolic Compounds: Extration And Analysis. **Lotus Japonicus Handbook**. Wales, p. 349 – 355, 2005.

ROSATTO, S. S.; FREIRE, R. S.; DURÁN, N.; KUBOTA, L. T. Biossensores Amperométricos para Determinação de Compostos Fenólicos em Amostras de Interesse Ambiental. **Química Nova**. Campinas, v. 24, n. 1, p. 77-86, 2001.

SARAIVA, L. M.; LOPES, A. Proteínas. Disponível em: <<http://www.cienciaviva.pt/docs/cozinha12.pdf>> Acesso em: 12 ago. 2013.

SARRIA, S. D.; HONÓRIO, S. L. Condutividade e Difusividade Térmica do Figo (*ficus carica* L.) “roxo de valinhos”. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v.24, n.1, p.185-194, 2004.

SASAKI J, LU C, MACHIYA E, TANAHASHI M, HAMADA K. Processed black garlic (*Allium sativum*) extracts enhance anti-tumor potency against mouse tumors. **Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology**. p. 278-281, 2007.

SILVA, A. B.; HAMINIUK, C. W. I.; SILVA, A. C. C.; MATTOS, G. **Antioxidant activity of exotic fruits from Brazil**. In: XVI SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 9, 2011, Ponta Grossa. 1 CD- ROM.

SHIBAO, J. **Avaliação do Teor de Produtos da Reação de Maillard (PRM) em Cereais Matinais e Café**. 2010, f. 101. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo: Faculdade de Saúde Pública, São Paulo, 2010.

SUART, A. G. Garlic. Disponível em:<<http://www.herbalsafety.utep.edu/herbs-pdfs/garlic.pdf>> Acesso: 12 fev. 2013

TORRES, E. A. F. Efeito dos compostos bioativos do alho (*Allium sativum* L.) cru e processado sob a capacidade antioxidante in vivo. **FAPESP: Biblioteca Virtual**.

Disponível em: <<http://www.bv.fapesp.br/pt/projetos-regulares/25993/efeito-compostos-bioativos-alho-allium/>>. Acesso em: 20 mar. 2012.

UFCSPA. Atividade de água. Disponível em:<<http://bioquimica.ufcspa.edu.br/pg2/pgs/tecnologia/atividadedagua.pdf>> Acesso em: 12 ago. 2013.

UFMG. Proteínas. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAMlKAH/proteinas>> Acesso em: 12 ago 2013.

UFSC. Glicídios. Disponível em: <http://www.enq.ufsc.br/labs/probio/disc_eng_bioq/trabalhos_grad2005_2/constituintes/links/glicidios.htm>. Acesso: 8 ago. 2013.

UFSC. Proteínas. Disponível em: <http://www.enq.ufsc.br/labs/probio/disc_eng_bioq/trabalhos_grad2005_2/constituintes/links/proteinas.htm>. Acesso: 8 ago. 2013.

UNICAMP. Aspectos do glutamato monossódico. Jornal da Unicamp. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/unicamp/ju/535/livro-revela-aspectos-do-glutamato-monossodico>>. Acesso em: 12 ago. 2012.

VARGAS, F. Determinação de Umidade. **Digital News**. Disponível em: <<http://biomedicina.digitalnews.com.br/determinacao-da-umidade/>> Acesso em: 12 ago. 2013.

VICENZI. Apostila de Bromatologia. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/46294326/35/ACIDEZ-E-pH-EM-ALIMENTOS>>. Acesso em: 7 ago. 2013.

VIEIRA, R. L. Caracterização genética dos acessos do bando ativo de germoplasma de alho (*Allium sativum* L.) de Santa Catarina. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

WANG, D.; FENG, Y.; LIU J.; YAN, J.; WANG, M.; SASAKI, J.; LU, C. Black Garlic (*Allium sativum*). Extracts Enhance the Immune System. **Global Science Books: Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology**. Disponível em: <[http://www.globalsciencebooks.info/JournalsSup/images/Sample/MAFSB_4\(1\)37-40o.pdf](http://www.globalsciencebooks.info/JournalsSup/images/Sample/MAFSB_4(1)37-40o.pdf)>. Acesso em: 27 mar. 2013.

WHITE JÚNIOR, J. W. Physical characteristics of honey. **Honey a comprehensive survey**. London: Heinemann. p. 207-239, 1975.

ZENG, W.; WANG, S. Y. Antioxidant Activity and Phenolic Compounds in Selected Herbs. **Journal of Agricultural and Food Chemistry. Washignton**, v. 49, p. 5165-5170, 2001.