

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA- UNESP
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP**

**Salga e dessalga de peixes:
Aspectos químicos, físicos e efeito
antioxidante do extrato aquoso de
manjeriçãõ (*Ocimum basilicum*)**

**Graziele Gustinelli Arantes de Carvalho
Bióloga**

**Jaboticabal, SP
2012**

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP

**Salga e dessalga de peixes:
Aspectos químicos, físicos e efeito
antioxidante do extrato aquoso de
manjeriço (*Ocimum basilicum*)**

Graziele Gustinelli Arantes de Carvalho
Orientadora: Prof^a. Dra. Léa Silvia Sant'Ana

Projeto apresentado ao Programa de Pós
Graduação em Aqüicultura do Centro de
Aqüicultura da UNESP, como parte dos
requisitos para a obtenção do título de Mestre

Jaboticabal, SP
2012

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	1
AGRADECIMENTOS	2
APOIO FINANCEIRO	4
LISTA DE ABREVIATURAS.....	5
RESUMO.....	6
ABSTRACT	7
1. REVISÃO DA LITERATURA	8
1.1. MECANISMOS DE SALGA	8
1.2. DESSALGA	16
1.3. OXIDAÇÃO LIPÍDICA.....	17
1.4. ANTIOXIDANTES.....	19
1.5. MANJERICÃO	23
1.6. O GÊNERO <i>Pseudoplatystoma</i>	26
2. MATERIAS E MÉTODOS.....	28
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
3.1. DESSALGA DO BACALHAU	32
3.2. SALGA DO PINTACHARA	37
4. CONCLUSÃO.....	43
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
6. ANEXOS	51

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho á Maria Arlete e Antônio Carlos, meus pais queridos por todo o amor que me foi dado.

Eu cheguei lá porque subi devagar, porque me agarrei aos galhos finos que crescem entre mim e a felicidade.

Emily Dickinson

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus pela oportunidade de vida e por sempre me amparar e me aconselhar à sua maneira;

Aos meus pais, Antônio Carlos e Maria Arlete, meus irmãos Gabriel e Guilherme e minha tia Sarah por todo o amor e apoio;

À professora Léa, pela oportunidade, paciência e por todo o conhecimento passado;

A Empresa Mar e Terra pela doação dos peixes; em especial a Thiago Tetsuo Ushizima por agilizar e possibilitar a doação.

Às minhas primas Eliane e Silvia por terem me ajudado na busca das pisciculturas;

Aos professores que colaboraram com seus conhecimentos durante minha formação: Tânia Costa, Rodrigo Barreto, Selma Dzimidas, Pricila Veiga dos Santos, Iracy Pecora, Alessandra Majer;

Aos funcionários da FCA, em especial ao João, Cecília e dona Cida;

Aos colegas de departamento, em especial a amiga Natália Athayde;

Aos colegas de Laboratório de Química, José, Paula, Bruna, ao professor Pedro e a técnica Cilene, por todo o auxílio durante minhas análises;

Aos amigos de Jaboticabal pela amizade e acolhimento: Maria Clara, Rafael Tonussi, Thiago (Nojento), Max, Danilo, Carlos, Karina (Tcháina);

Aos amigos do Caunesp, Bruna Bonazzi, Adriana Bordignon, Issajuara, Janaína Picolo e Tiago Bradock

Aos funcionários do Caunesp, sempre tão solícitos e amigos, Vera e David;

À Juliana Bertolazzi, companheira de viagem nos bons e maus momentos;

Aos amigos da graduação que estiveram presentes de alguma forma durante meu mestrado: Camila, Fernanda (Minhoca), Daniella, Macarena, Chung e Lais;

Às pessoas especiais de Botucatu: Samira, Ahmad, Karina (Nuros), Tiago (Oleoso), Ayesha, Rosana (Pepeô), Sérgio (Freadão), Angélica (Boing), Débora, Camila, André (Félpis), Luna e Pedro (7-Oro);

À minha amiga Thaís (Anônima) por me proporcionar as minhas melhores semanas em Botucatu. Muito obrigada por ter sempre estado ao meu lado quando eu precisei;

À minha amiga Aline, sempre presente em todas as fases importantes da minha vida;

Aos meus amigos de Piracicaba

À todos que de alguma forma colaboraram durante meu mestrado.

APOIO FINANCEIRO

Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pela concessão da bolsa de mestrado – GM (Processo: 131976/2011-7).

LISTA DE ABREVIATURAS

A[·] - radical antioxidante
AH - antioxidante
Aw - atividade de água ou water activity
BHA - butil-hidroxianisol
BHT - butyl-hidroxitolueno
DHA - ácido docosahexanóico
EDTA - ácido etilenodiaminotetracético
EPA - ácido eicosapentanóico
EROS - espécies reativas de oxigênio
IA - índice de aterogenicidade
IP - índice de peroxidabilidade
IT - índice de trobogenicidade
HH - razão hipocolesterolêmico/hipercolesterolêmico
LH - ácido graxo poli-insaturado
L[·] - radical livre
LOO[·] - radical peróxido
MUFA - ácidos graxos monoinsaturados
Na - sódio
NaCl - cloreto de sódio
PG
PUFA - ácidos graxos poli-insaturados
R² - coeficiente de determinação
SRATB - substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico
TBA - ácido tiobarbitúrico
TBARS - thiobarbituric acid reactive substances
TBHQ - ter-butil-hidroquinona
ω3 - ômega 3
ω6 - ômega 6
ω6/ω3 - razão entre ômega 6 sobre ômega 3

RESUMO

Salga e dessalga de peixes: Aspectos químicos, físicos e efeito antioxidante do extrato aquoso de manjeriço (*Ocimum basilicum*)

Graziele Gustinelli Arantes de Carvalho; Prof^a Dr^a Léa Sílvia Sant'Ana

UNESP – CAUNESP

A salga é um processo tradicional de conservar alimentos, porém, atualmente peixes salgados, como bacalhau, vêm sendo comercializadas na forma dessalgada, enquanto novas espécies têm sido salgadas com bons resultados. No entanto, o sal acelera a oxidação lipídica, influenciando a vida de prateleira de produtos salgados. A utilização de antioxidantes aumenta a vida de prateleira dos produtos salgados e/ou dessalgados. Dentre os antioxidantes utilizados na indústria de alimentos as especiarias têm demonstrado resultados satisfatórios. Neste trabalho foi utilizado extrato aquoso de manjeriço (*Ocimum basilicum*) na dessalga de bacalhau e salga de pintachara. Pintachara é um híbrido de pintado e cachara (gênero *Pseudoplatystoma*) cuja carne é muito apreciada, sendo desejável desenvolver novos produtos a partir desse peixe. O extrato aquoso de manjeriço foi utilizado na primeira salga, sendo esta uma salga úmida, e nos dois processos foi realizado um tratamento controle. Amostras na dessalga foram obtidas durante 1, 3, 5, 9, 23, 35, 48 horas e amostras na salga, 1, 14, 24, 36 e 48 horas. Em cada período de amostragem foram analisados umidade, atividade de água, conteúdo de sal e SRATB. Para bacalhau, ainda foram analisados ganho de peso e absorção de água, enquanto para o pintachara além dos dados da salga também foi realizada análise da composição química e ácidos graxos. O extrato de manjeriço interferiu nos processos de dessalga e de salga, apresentando ação antioxidante nos dois processos. As análises químicas do pintachara indicaram que este peixe tem boa qualidade nutricional.

Palavras-chave: Salga, Dessalga, Bacalhau, Pintachara, Manjeriço

ABSTRACT

Salting and desalting: Chemical and physical aspects and antioxidant effect of aqueous basil extract (*Ocimum basilicum*)

Graziele Gustinelli Arantes de Carvalho; Prof^a Dr^a Léa Sílvia Sant'Ana

UNESP – CAUNESP

Salting is a traditional process to preserve food, but in nowadays salted fish, as cod, have been commercialized already desalted, while news species have been salted showing good results. However, salt accelerates lipid oxidation, influencing shelf-life of salted products. Using of antioxidants increases salted and/or desalted products shelf-life. Among the antioxidants employed in food industry spices have showed satisfactory results. In this work was used aqueous basil extract (*Ocimum basilicum*) in cod desalt and pintachara salt. Pintachara is a hybrid of pintado and cachara (genus *Pseudoplatystoma*) whose flesh is much appreciated, being desirable develop new product of this fish. The aqueous basil extract was used in the first desalt, a brine salt, and in both processes was carried out a control treatment. Samples in desalt was obtained during 1, 3, 5, 9, 23, 48 hours and samples in salt, 1, 14, 24, 36, 48 hours. In each sample period was analyzed humidity, water activity, salt content e TBARS. For cod, were also analyzed weight gain and water absorption, while for pintachara beyond salting data was also carried out chemical composition analyze and fatty acids. The aqueous basil extract interfered in desalting and salting processes, showing antioxidant action in both processes. Pintachara's chemical analyzes indicated good nutritional quality for this fish.

Keywords: Salt, Desalt, Cod, Pintachara, Basil

1. Revisão da Literatura

1.1. Mecanismos de salga

Salga de peixe é um método tradicional de preservação do pescado que tem sido utilizado há séculos (GUDJÓNSDÓTTIR et al, 2011). A salga consiste no transporte de sal para dentro da estrutura do alimento enquanto a água flui para fora do mesmo (BARAT et al, 2003). Devido às mudanças ocorridas na composição e estrutura do tecido durante esse processo, a salga possibilita a produção de um alimento estável que pode ser conservado por meses (ANDRÉS et al., 2005). Os principais métodos para salgar um peixe são a salga seca, a salga úmida e a salga mista.

A salga seca é o método mais simples para salgar. Os peixes são empilhados em camadas intercaladas de sal e peixe, até que toda a superfície do peixe esteja em contato com sal. Conforme a água vai sendo extraída do músculo, ela é drenada (MACEDO VIEGAS; SOUZA, 2006). Durante esse processo é preciso remanejar as camadas, adicionando mais sal se necessário (ORDÓÑEZ, 2005). A primeira e a última camada da pilha devem ter uma espessura maior de sal, contendo entre 1,5 a 2 centímetros (NUNES; PEDRO, 2011), evitando assim a exposição do pescado ao ar. Esse tipo de salga é empregado em peixes magros.

A granulometria do sal influencia no aspecto do produto final, sendo que o sal mais fino penetra mais rapidamente, podendo causar coagulação das proteínas nos tecidos superficiais (NUNES; PEDRO, 2011), barrando a entrada do sal nas camadas mais internas do músculo do peixe, levando a uma salga desigual, pois as camadas mais superficiais ficam demasiadamente salgadas enquanto as camadas mais internas ficam com uma concentração muito baixa de sal (MACEDO VIEGAS; SOUZA, 2006). Já o sal grosso penetra mais lentamente, levando a uma salga irregular (NUNES; PEDRO, 2011). O ideal para esse tipo de salga é misturar as duas diferentes granulometrias, produzindo o chamado sal traçado, que é a mistura do sal grosso com o sal fino, normalmente empregado na proporção de 1/3 de sal fino com 2/3 de sal grosso (NUNES; PEDRO, 2011).

A salga úmida ou em salmoura consiste em imergir os pedaços de peixe em uma salmoura previamente preparada (BRÁS; COSTA, 2010). O peixe deve permanecer em salmoura por pelo menos 15 dias (ANDRÉS et al., 2005) e é necessária a troca periódica da salmoura (BARAT et al., 2003). A salmoura utilizada deve ser saturada, contendo aproximadamente 360 gramas para cada litro de salmoura, empregando uma proporção de 100 litros de salmoura por 100 quilogramas de peixe aproximadamente (NUNES; PEDRO, 2011).

A salga úmida é geralmente empregada para peixes gordos ou como matéria prima para escabeche ou peixe defumado (ORDÓÑEZ, 2005b). Durante esse processo, a temperatura deve ser controlada e mantida constante, pois influencia a salga, bem como temperaturas maiores podem levar a proliferação de micro-organismos. Boudhrioua et al. (2009) comprovou que a desidratação e a impregnação de sal dos filés aumenta com o aumento de temperatura da salmoura, porém, a salga geralmente é realizada em temperaturas baixas. Os peixes pequenos podem ser salgados inteiros ou apenas eviscerados (NUNES; PEDRO, 2011). A salga úmida possibilita a obtenção de produtos mais delicados e com distribuição de sal mais homogênea (NUNES; PEDRO, 2011).

A salga mista é um processo semelhante a salga seca, porém não há drenagem da água extraída. Os filés são acomodados em camadas alternadas com sal em um tanque, onde o líquido extraído do músculo dissolve os cristais de sal formando a salmoura (BRÁS; COSTA, 2010, GUDJÓNDÓTTIR et al, 2011). Podem-se colocar pesos na parte superior da pilha causando pressão de modo que as camadas superficiais de pescado e o sal fiquem submersos na salmoura (ORDÓÑEZ, 2005b).

Segundo Zugarramurdi e Lupín (1980) os peixes podem ser salgados já cortados ou inteiros. Nos peixes inteiros o equilíbrio osmótico é alcançado quando a pressão nos dois lados da pele se torna igual, e conseqüentemente, acaba a difusão da água. Já nos peixes cortados, o processo osmótico não é importante, pois a força das membranas internas é desprezível, e a concentrações das camadas mais externas e da salmoura são praticamente as mesmas.

Atualmente os produtores utilizam novas técnicas, podendo combinar métodos diferentes, como é feito em países nórdicos, como por exemplo, na Islândia (THORARINSDOTTIR et al., 2010; JÓNSDOTTIR et al., 2011). Inicialmente se realiza uma pré-salga a partir de uma injeção de salmoura e posteriormente aplica-se a salga seca, empilhando os peixes em camadas alternadas de peixe e sal por um período que varia de 10 a 14 dias (JÓNSDOTTIR et al., 2011).

Durante o processo de salga as proteínas sofrem desnaturação, devido à interação com o sal (BOUDHRIOUA et al., 2009). Em grandes concentrações salinas, o sal causa uma intensa desidratação das proteínas miofibrilares, modificando a textura do tecido e afetando também a capacidade de retenção de água, que é reduzida e por fim, causa redução de peso considerável (BOUDHRIOUA et al., 2009). A maior parte das proteínas é constituída pelas proteínas miofibrilares as quais são responsáveis pela contração muscular (CHAIJAN, 2011).

A capacidade de retenção de água é definida como a habilidade de prevenir a liberação de água da estrutura tridimensional (ALBARRACÍN et al, 2011). Essa propriedade é afetada pelo tamanho do poro e da capilaridade, pelas cargas da matriz protéica (interações hidrofóbicas, pontes de hidrogênio e pontes de dissulfeto), forças de van der Waals, força iônica do meio, íons, pH, temperatura, equilíbrio entre proteína e água e presença de moléculas de baixo peso molecular (ALBARRACÍN et al, 2011). No processo da salga, ocorre a saturação do sal na fase líquida e as proteínas são fortemente agregadas na alta concentração de sal, levando a perda da capacidade de retenção de água do músculo (THORARINSDOTTIR et al, 2011), pelo enfraquecimento da interação proteína-água (CHAIJAN, 2011).

Segundo Gudjónsdóttir et al. (2011), os diferentes tipos de salga influenciam na desnaturação das proteínas. As proteínas que mais sofrem desnaturação são as dos peixes salgados por meio do método de salga mista, enquanto os peixes salgados em salmoura ou pela injeção de salmoura sofreram menos desnaturação.

Após a salga, o produto pode passar pelo processo de secagem. A secagem é utilizada para conservar os alimentos desde a antiguidade, e pode

ser utilizado como único método de conservação, ou como complemento da salga e defumação (ORDÓÑEZ, 2005b).

A secagem pode ser realizada de duas maneiras, o método tradicional, que consiste na secagem ao sol e o método artificial. O primeiro depende das condições meteorológicas, que quase sempre são inconstantes levando a um resultado incerto, e a problemas como um produto final de baixa qualidade, podendo apresentar alta quantidade de sal, sujeito a infestação de insetos e a contaminação microbiana, diminuindo seu tempo de prateleira (BELLAGHA et al, 2007). O método de secagem artificial permite o controle de parâmetros físicos como a temperatura, velocidade do ar e velocidade relativa, obtendo produtos com umidade inferior a 25% e com qualidade superior aos de secagem tradicional (PEDRO; NUNES, 2011). A temperatura da secagem varia para peixes de águas temperadas e para peixes de águas tropicais, sendo que o último tolera níveis temperaturas mais elevadas (ORDÓÑEZ, 2005b).

O sal assim como a secagem diminui a atividade de água (ALBARRACÍN et al., 2001; PEDRO; NUNES, 2011). A atividade de água é representada pela água livre, água ligada a íons e água ligada a proteínas e carboidratos. A água livre compõe as moléculas de água ligadas a outras moléculas de água por forças mais fracas e, portanto estão disponíveis para reagir com outras substâncias (PEDRO; NUNES, 2011). O valor de atividade de água, ou o A_w indica a intensidade das forças que unem a água com outros componentes não-aquosos (ORDÓÑEZ et al., 2005). Esse parâmetro é também uma ferramenta útil para classificar os alimentos salgados de acordo com o nível de umidade (LIMA; SANT'ANA, 2011), devido à sua diminuição estar associada ao aumento de sal e perda de água no músculo do peixe (CHAIJAN, 2011).

Segundo Macedo Viegas e Souza (2006), o mecanismo da salga ocorre em três diferentes fases:

Primeira fase: o fluxo ocorre devido à pressão osmótica. Há um movimento de saída de água do peixe para a salmoura, e um movimento inverso da entrada de sal para o interior do peixe. O movimento da água é mais intenso que o do sal, que ainda não penetrou por completo no interior do peixe. Há uma perda de peso razoável devido à desidratação.

Segunda fase: ocorre uma redução na intensidade da pressão osmótica. Durante essa etapa surge o equilíbrio entre a concentração do sal na salmoura e na superfície do peixe, o sal penetrou um pouco mais no interior do músculo, mas não completamente.

Terceira fase: a concentração dos fluídos do peixe se iguala a concentração da salmoura. Essa fase na prática dificilmente alcançada, por isso considera-se que a salga termina quando a diferença entre a concentração salmoura é 10% maior que a dos fluídos dos peixes.

O processo de salga cessa quando a velocidade de absorção de sal diminui e atinge o equilíbrio entre o sal e o alimento (ALBARRACÍN et al., 2011; NUNES; PEDRO, 2011).

Há vários fatores que influenciam a salga. Segundo Nunes e Pedro (2011), as variáveis que mais afetam tal processo são:

- Temperatura: quanto maior é a temperatura, maior é a velocidade de penetração do sal para o interior do músculo e maior é a velocidade das reações de degradação;

- Início da salga: a salga deve ser iniciada o mais rápido possível, a fim de evitar o início das reações de autólise, que começam logo após a morte do pescado;

- Rigor mortis: durante esse período, as miofibrilas permanecem contraídas, dificultando a penetração de sal nas células musculares;

- Tamanho e espessura do peixe: como o sal penetra por difusão osmótica, quanto mais fina é a camada de peixe, mais rapidamente o sal penetra e se distribui. Para a obtenção de um produto mais homogêneo, o ideal é colocar mais sal nas camadas mais grossas, ou dividir a salga em duas etapas, na primeira, com a salmoura mais concentrada, que saturam as partes mais finas, e após, salmoura mais diluída, salgando as partes mais grossas, e causando ligeira perda de sal das partes mais finas;

- Agitação da salmoura: mantém a salmoura homogênea, impedindo a formação de gradientes;

- Imersão do pescado: permite que a salga, no caso de salga em salmoura, ocorra de forma mais homogênea. É necessário verificar se há acúmulo de sal no fundo do recipiente;

- Pele e escamas: sua presença retarda o processo de salga, porém, a retirada da pele e das escamas, pode danificar o aspecto do produto final;

- Adição de açúcares na salmoura: os açúcares de alto peso molecular favorecem a saída de água e não alteram o sabor, pois não se acumulam nos tecidos. O açúcar também cria uma barreira e o produto acaba ficando com uma quantidade menor de sal;

- Espécie e gordura subcutânea: a camada de gordura retarda a entrada do sal, funcionando como uma barreira hidrofóbica. A gordura também afeta as propriedades organolépticas do produto final, pois é altamente suscetível à oxidação lipídica e interage com o sal.

Além dos fatores acima citados, também o estado de conservação do alimento (se o peixe estava sendo conservado fresco ou congelado previamente ao processo da salga) afeta na penetração do sal (ALBARRACÍN et al., 2011).

A Legislação portuguesa classifica como bacalhau as espécies: *Gadus mohrua* (Bacalhau do Atlântico), *Gadus macrocephalus* (Bacalhau do Pacífico), *Gadus ogac* (Bacalhau da Groenlândia); os demais produtos recebem a denominação de espécies afins (PORTUGAL, 2005). As normas para comercialização no Brasil de peixes salgados e secos foram propostas em uma Consulta Pública que estabelecia um Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe salgado e Salgado seco (BRASIL, 2001), no entanto o mesmo nunca foi publicado no diário Oficial, porque uma questão confrontava uma lei maior (LIMA; SANT'ANA, 2011). Nesta proposta as espécies de bacalhau seriam consideradas apenas as três espécies de Gadídeos aceito pela legislação portuguesa.

A fim de proporcionar um produto com qualidade, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Florestas de (PORTUGAL 2005) classificou os diversos tipos de peixes salgados:

Peixe salgado verde e espécies afins salgadas verdes:

Produto que tenha sido sangrado, eviscerado, descabeçado, escalado ou filetado e que, após maturação físico-química pelo sal, apresenta um teor de sal igual ou superior a 16%, expresso em cloreto de sódio; e um teor de humidade superior a 51% e inferior ou igual a 58%;

Peixe salgado semi-seco e espécies afins salgadas semi-seca:

Produto que tenha sido sangrado, eviscerado, descabeçado, escalado e lavado e que após maturação físico-química pelo sal, apresenta um teor de sal igual ou superior a 16%, expresso em cloreto de sódio; e após lavagem e posterior secagem por evaporação natural ou artificial, possui um teor de umidade superior a 47% e inferior ou igual a 51%;

Peixe salgado seco e espécies afins salgadas secas:

Produto que tenha sido sangrado, eviscerado, descabeçado, escalado e lavado e que após maturação físico-química pelo sal, apresenta um teor de sal igual ou superior a 16%, expresso em cloreto de sódio; e após lavagem e posterior secagem por evaporação natural ou artificial, possui um teor de umidade inferior ou igual a 47%;

Peixe salgado seco de cura amarela:

Produto que tenha sido sangrado, eviscerado, descabeçado, escalado e lavado e que após maturação físico-química pelo sal, apresenta um teor de sal igual ou superior a 12% e inferior a 16%, expresso em cloreto de sódio; e após lavagem e posterior secagem por evaporação natural ou artificial, possui um teor de umidade igual ou inferior a 45%, e apresenta uma coloração amarelada característica.

Geralmente o processo de salga é associado à imagem do bacalhau, mas além dele, outras espécies de peixes se apresentaram adequadas para a salga. Bacalhau é o nome dado às espécies do género *Gadus*, são elas *Gadus morhua* (o legítimo bacalhau) e *Gadus macrocephalus* (o bacalhau do pacífico). Há quatro espécies de peixes conhecidas erroneamente como “bacalhau”, apesar de não serem do género *Gadus*. Essas quatro espécies são, o *Gadus macrocephalus*, chamado de Portinho ou também, Bacalhau do pacífico, o Saithe, característico por uma musculatura mais escura e um sabor mais forte, o Ling, que é facilmente reconhecível quando inteiro, pois ele é bem mais

estreito que o bacalhau verdadeiro e sua carne é mais clara. Por último, o Zarbo que é um pouco menor que os outros tipos (ABRAS, 2007).

Devido ao aumento significativo da produção de tilápias em fazendas no Brasil, métodos de salga foram testados a fim de elaborar tilápia salgada de boa qualidade a partir do método de salga úmida, seguida de salga seca (AIURA, 2008). A dourada e a carpa prateada também passaram a ser salgadas pelo seu aumento expressivo na aquicultura, sendo o processo aplicado a esses peixes, salga mista e salga úmida, respectivamente (GOULAS; KONTOMINAS, 2007; BASTI et al, 2006).

Outros peixes já são tradicionalmente salgados em países da Europa e estudos visam apenas à otimização das técnicas atendendo as peculiaridades de cada espécie. A técnica tradicional de salga do arenque consiste em colocar arenques inteiros em recipientes com sal por 24 horas, até formar uma salmoura com sangue, e após, transferir para barris com salmoura saturada por 12 meses (ANDERSEN et al., 2007). Andersen et al. (2007) observou que mantendo a salmoura com sangue nos 12 meses, o ferro da hemoglobina atua como pró-oxidante, favorecendo a oxidação das proteínas, característica necessária no processo de amadurecimento desse produto, porém, os ácidos graxos poli-insaturados, que são facilmente oxidáveis, se mantiveram mais preservados. No estudo de Barat e Grau (2009), os autores visam diminuir os gastos e o tempo necessário ao processamento do atum, descongelando os peixes em contato com o sal, ao invés de deixá-los descongelando em câmara própria, para apenas depois salgá-los. Na salga da anchova, os peixes são tradicionalmente salgados em salmoura por 24 horas, para apenas depois serem descabeçados e parcialmente eviscerados e posteriormente empilhados em camadas de sal, (CZERNER et al., 2010). Quando cortadas em filés antes da salga úmida, a anchova apresenta um perfil de ácidos graxos diferente dos tradicionais devido à diminuição de oxidação lipídica (CZERNER et al., 2010). Tais pesquisas visam a otimização de um processo antigo, trazendo economia e melhorias para a técnica de salga.

Apesar do bacalhau salgado ser muito valorizado em alguns países, fazendo parte de pratos tradicionais, a oferta de produtos de rápido preparo

dificultam a venda do bacalhau salgado, devido a necessidade do tempo necessário para a dessalga (BARAT et al., 2004).

1.2. Dessalga

Dessalga é um procedimento necessário antes do consumo de peixes salgados. O processo da dessalga necessita de pelo menos 24 horas para ser completado e geralmente é feito pelos próprios consumidores em casa (ANDRÉS et al., 2005; ALIÑO et al., 2011). Entretanto, dessalga doméstica tem alguns inconvenientes: o tempo gasto para dessalgar o peixe, a remoção incompleta do sal e finalmente a possibilidade da contaminação microbiológica.

Atualmente, as mudanças no estilo de vida aliada às tendências do mercado levaram a comercialização de alimentos prontos para consumo, conhecidos com “Ready-to-eat”, o qual se caracteriza por ser um alimento de qualidade com alto valor nutritivo e seguro para o consumo (GALVIS-SÁNCHEZ et al., 2011).

O aumento do uso de cloreto de sódio nas indústrias de alimentos tem causado efeitos negativos nos consumidores, pela ingestão excessiva de sal (ALBARRACIN et al., 2011). Devido a isso, há uma preocupação em relação a ingestão de alimentos salgados, pois este consumo em excesso está relacionado com o surgimento de doenças cardiovasculares e hipertensão (GALVIS-SÁNCHEZ et al., 2011, WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2007). Segundo dados do relatório do World Health Organization (2007), em 2005, 30% das mortes foram causadas por doenças cardiovasculares. Esses dados favorecem a utilização de produtos com dessalga industrial, onde é possível estabelecer os valores finais de sal permitidos nos produtos.

O principal problema em comercializar bacalhau dessalgado está em manter a qualidade do produto refrigerado, pois após a dessalga, a vida de prateleira é limitada devido ao rápido crescimento bacteriano, o que causa mudanças sensoriais indesejáveis no odor, na aparência geral e na textura (FERNÁNDEZ-SEGOVIA et al., 2007). Tais mudanças ocorrem devido à formação de compostos voláteis, encontrados geralmente em produtos que passaram por processos de amadurecimento e em consequência, degradação

de lipídeos e proteínas (JÓNSDÓTTIR et al., 2011). O sal empregado no processo de salga atua como pro-oxidante acelerando o processo de oxidação lipídica (ALBARRACÍN et al., 2011). Como forma de preservar o produto, ele é congelado após a dessalga.

1.3. Oxidação lipídica

A oxidação lipídica é a maior responsável pela deterioração dos lipídeos por causar perda de qualidade e mudanças indesejáveis no sabor, textura, aparência, toxicidade e valor nutritivo dos produtos alimentícios (ULU, 2004; MARQUES et al., 2009; ÖZEN et al., 2011; WARAHO et al., 2011).

Os principais substratos para a oxidação lipídica são os ácidos graxos insaturados, pois as ligações duplas são centros ativos que podem reagir com o oxigênio (ORDÓÑEZ, 2005). As posições alílicas altamente reativas são facilmente atacadas por radicais livres como a hidroxila e a peroxila (DENISOV; AFANAS'EV, 2005).

Algumas substâncias podem acelerar o processo de oxidação lipídica. Essas substâncias são denominadas Espécies Reativas de Oxigênio (EROS). As EROS são geradas nos sistemas biológicos, porém existe um equilíbrio entre a produção das EROS e sua inativação dentro de um sistema biológico (WANG et al., 2011). Quando há um desequilíbrio, ou seja, a produção de EROS é maior que sua inativação pelos antioxidantes, ocorre oxidação lipídica e estresse oxidativo (COSTA et al., 2011; GÜLÇİN et al., 2007).

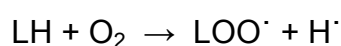
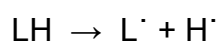
As EROS são moléculas que contém oxigênio e que são mais reativas do que o oxigênio molecular (FREINBICHLER et al., 2011). As principais EROS são: superóxido ($O_2^{\cdot-}$), alcoxilas ($LO\cdot$), peroxilas ($LOO\cdot$), hidroxilas ($OH\cdot$), óxido nítrico (NO), peróxido de hidrogênio (H_2O_2), ácido hipocloroso (HClO), oxigênio singleto (1O_2) e peroxinitritos ($ONOO^-$) (AFONSO et al., 2010).

A oxidação lipídica ou auto-oxidação ocorre em três fases: iniciação, propagação e terminação.

Fase de iniciação:

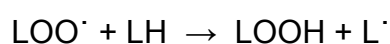
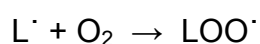
As reações da fase de iniciação têm elevada energia de ativação (145 a 270 kJ/mol), o que explica sua dificuldade em iniciar de forma espontânea, sendo que o seu desenvolvimento, necessita de temperaturas elevadas e catalisadores, sobretudo luz e a presença de certos metais (cobre, ferro, níquel, cobalto e manganês) ou metaloproteínas como um grupo heme (ORDÓÑEZ, 2005). Nessa fase, o número de radicais livres é muito pequeno e as cadeias de reações são muito longas, sendo que, conforme aumenta a concentração de radicais livres, aumenta também a probabilidade de interação (REGITANO-d'ARCE, 2006).

Durante a fase de iniciação, o ácido graxo insaturado (RH) doa um hidrogênio ao carbono, decompondo-se em radical livre (ORDÓÑEZ, 2005):



Fase de propagação:

Na fase de propagação, a energia de ativação é bem menor, situando-se em torno de 12 a 20 kJ/mol, sendo que, os radicais livres formados na fase anterior reagem com o oxigênio, produzindo mais radicais peróxidos, então estes radicais subtraem hidrogênio de outra molécula insaturada, produzindo peróxido mais um novo radical livre (ORDÓÑEZ, 2005). Essa reação é a etapa limitante do processo, pois como ela busca a ligação mais fraca, esse processo torna-se lento (REGITANO-d'ARCE, 2006) conforme o substrato é reduzido, iniciando a etapa seguinte.

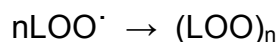
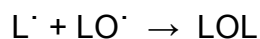
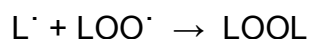
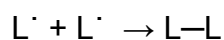


Fase de terminação:

Na fase de terminação, a oxidação lipídica já tornou o alimento não palatável (REGITANO-d'ARCE, 2006). Essa fase consiste na reação entre compostos radicais que produzem substâncias estáveis (ORDÓÑEZ, 2005).

A partir disso, os substratos lipídicos já foram quase totalmente consumidos, tornando-se escassos e as reações passam a ocorrer entre os próprios radicais livres (MARQUES et al, 2009). Se não houver mais radicais

livres para reagir com o oxigênio, o processo se dá por terminado, sendo necessária a produção de nova reação de iniciação para dar seguimento à oxidação protéica (ORDÓÑEZ, 2005).



A oxidação lipídica produz inicialmente peróxidos e hidroperóxidos, chamados produtos primários da oxidação, devido à natureza instável dessas substâncias, elas rapidamente se decompõem em aldeídos, cetonas e outras substâncias reativas, os produtos secundários da oxidação lipídica (PRATT et al, 2011).

Para avaliar os níveis de oxidação lipídica nos alimentos, é possível analisar os produtos primários, por meio da análise do índice de peróxido, que avalia a diferença entre a formação e a decomposição de peróxidos, sendo o resultado é expresso em milimoles de oxigênio ativo por quilograma de matéria graxa (SILVA et al., 1998).

Para a determinação dos produtos secundários as análises mais comuns são a análise dos dienos conjugados e a SRATB (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico). Os dienos conjugados são produtos secundários da oxidação lipídica, provenientes dos hidroperóxidos (SILVA et al., 1998). Esta análise baseia-se no fato dos dienos conjugados absorverem a luz a 232 nanômetros, diferenciando-se dos produtos secundários da oxidação, como as α -dicetonas, que absorvem a 272 nanômetros (SILVA et al., 1998). O teste mais utilizado, devido sua simplicidade e rapidez é o teste das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (SRATB), que mede a quantidade de malonaldeído. (OSAWA et al., 2005).

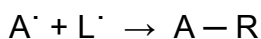
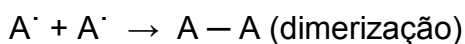
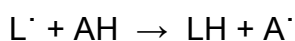
1.4. Antioxidantes

Antioxidantes são substâncias pertencentes a uma classe de compostos químicos caracterizados por retardar ou inibir reações de oxidação em

alimentos, fármacos, nutracêuticos, e uma variedade de outros produtos (BOUAZIZ et al, 2010). Além disso, essas substâncias atuam removendo os radicais livres formados durante a primeira fase de oxidação lipídica, tornando o sistema mais estável, podendo até mesmo cessar a cadeia de reações e atuando como sequestradores de radicais livres (FOCKE et al., 2012, JAMSHADIAN et al., 2012).

Na indústria do alimento, os principais mecanismos empregados no retardo da oxidação lipídica são refrigeração, congelamento, embalagem com atmosfera modificada e adição de antioxidantes (DAKER et al., 2008). Os antioxidantes na indústria do alimento são aditivos que prolongam a vida de prateleira dos produtos (SOMOGYI, 2005). Para essas substâncias poderem ser adicionadas a um alimento, elas não devem causar efeitos fisiológicos negativos, não podem alterar a coloração, nem deixar odores ou sabores, devem ser eficazes em baixas temperaturas, devem ser de fácil obtenção e de baixo custo (ORDÓÑEZ et al., 2005).

A ação dos antioxidantes se destaca na prevenção de várias doenças relacionadas ao estilo de vida e no retardo do envelhecimento, devido a esses problemas estarem intimamente relacionados ao oxigênio ativo e a oxidação lipídica (JAYASINGHE et al., 2003). Uma das principais funções dessas substâncias é reagir com o radical livre, quebrando a reação em cadeia (GAVA et al., 2009):



Onde L^{\cdot} é o radical livre, A é o antioxidante.

Segundo Ordóñez et al (2005) os antioxidantes podem ser classificados em dois grupos distintos:

Antioxidantes Tipo 1: Cedem um hidrogênio a um radical lipídico livre e assume a forma de radical, interrompendo a cadeia de radicais, diminuindo o número de radicais livres. Esse mecanismo prolonga o período de indução, e como consequência diminui a velocidade de oxidação.

Antioxidantes Tipo 2: São compostos que atuam impedindo ou diminuindo a formação de radicais livres. São conhecidos também como sinergistas. Os mais utilizados são agentes quelantes dos metais, como o EDTA (ácido etilenodiaminotetracético), pouco utilizado, ou o ácido cítrico. Sua ação depende do pH e da temperatura, parâmetros que regem a estabilidade dos complexos formados.

Os antioxidantes utilizados podem ser sintéticos ou naturais. Os compostos sintéticos ou artificiais mais comumente utilizados são o butil-hidroxianisol (BHA), o butil-hidroxitolueno (BHT), o ter-butil-hidroquinona (TBHQ) (DAKER et al., 2008) e o galato de propila (JAMSHIDIAN et al., 2012). Os antioxidantes sintéticos são todos lipossolúveis (SOMOGYI, 2005). Apesar destas substâncias terem forte ação contra a oxidação lipídica, em especial em óleos de fritura, elas possuem potencial tóxico e carcinogênico (DAKER et al., 2008).

O butil-hidroxianisol (BHA) possui uma ampla gama de atividades biológicas, como proteção contra toxicidade aguda de compostos químicos, modulação de síntese de macromoléculas e resposta imune, atua substituindo células mortas por necrose ou apoptose, entre outras ações (NAIR et al., 2006). Esse antioxidante tem sido utilizado na indústria do alimento por mais de 60 anos, além de ser empregado na indústria cosmética (JOHANSSON et al., 2010).

O butil-hidroxitolueno (BHT) é um composto fenólico geralmente utilizado em combinação sinergista com o butil-hidroxianisol ou galato de propila (SOMOGYI, 2005). O BHT é resistente ao calor e é muito eficaz em promover estabilidade lipídica em gordura animal, porém, por possuir odor desagradável, ele acaba sendo utilizado mais nas embalagens do que no próprio alimento (ORDÓÑEZ et al., 2005; SOMOGYI, 2005).

O ter-butil-hidroquinona (TBHQ) é o mais forte dos antioxidantes sintéticos, provavelmente devido sua composição química, formada por uma estrutura de polihidroxilas (REGITANO-d'ARCE, 2006). Apesar de sua eficiente ação contra a oxidação lipídica, o TBHQ é mais eficiente em óleos vegetais (SOMOGYI, 2005).

O galato de propila (PG) é frequentemente usado na indústria do alimento, na indústria cosmética e em embalagens (BOUAZIZ et al., 2010). Ele tem efeito sinérgico quando combinado com BHA e BHT e é eficaz em gorduras animais (SOMOGYI, 2005). O PG também é mais solúvel em água do que na gordura e por isso é utilizado em alimentos onde os demais antioxidantes não são (REGITANO-d'ARCE, 2006). Apesar das vantagens, o galato de propila não suporta altas temperaturas, não resistindo a alguns processamentos (ORDÓÑEZ et al., 2005). Outra desvantagem dessa substância é que na presença de ferro, mesmo que em pequenas quantidades, ela tende a produzir uma coloração azulada indesejada nos alimentos (REGITANO-d'ARCE, 2006).

Apesar da forte ação antioxidante dos compostos citados acima, o potencial carcinogênico dessas substâncias (HAKKIM et al., 2007) levou ao estabelecimento de limites de ingestão diária para os diferentes antioxidantes sintéticos, a fim de garantir segurança no consumo dos mesmos (TAKEMOTO et al., 2009). Em alternativa ao uso dos antioxidantes sintéticos, temos os naturais (HAKKIM et al., 2007). Frutas, vegetais, ervas e especiarias são ricos em antioxidantes como carotenoides, retinóides, tocoferóis, tocóis, ácido ascórbico, ácidos fenólicos e flavonoides (BAKKALI et al, 2008)

As propriedades antioxidantes das plantas são provenientes de diversas substâncias como vitaminas (carotenoides, retinóides, tocoferóis, ácido ascórbico), compostos fenólicos (flavonoides e ácidos fenólicos) e compostos voláteis (BAKKALI et al., 2008; DANESI et al., 2008).

Muitos estudos envolvendo diferentes ervas e especiarias demonstram o forte poder antioxidante que tais ervas possuem. As propriedades antioxidantes das plantas são provenientes de substâncias químicas conhecidas como vitaminas, compostos fenólicos (entre eles, flavonoides e ácidos fenólicos) e compostos voláteis (DANESI et al., 2008). Muitas ervas e especiarias se destacam pela sua capacidade como antioxidante, por exemplo: alecrim, aloe-vera, anis, camomila, canela, cardamomo, cominho, cravo, erva branca, erva-cidreira, erva-doce, gengibre, louro, manjeriço, menta, salsa, sálvia, manjerona, tomilho, zimbro (JAYASINGHE et al., 2003; HINNEBURG et al.,

2006; AFONSO et al., 2008; CAROVIĆ-STANKO et al., 2010; WEI; SHIBAMOTO, 2010).

A vitamina C ou ácido ascórbico é o antioxidante natural mais importante na indústria alimentícia (KIM et al., 2012). A vitamina C é solúvel em água, facilitando seu uso como aditivo em alimentos no geral (SOMOGYI, 2005) e possui ação sinérgica com a vitamina E (JAYASINGHE et al., 2003).

Os tocoferóis e tocóis são substâncias lipofílicas, formadas por compostos cíclicos com um grupamento hidroxila e oxigênio heterocíclico, que podem ser facilmente oxidados, sendo utilizado como antioxidantes em indústrias alimentícias e cosméticas (REGITANO-d'ARCE, 2006).

A vitamina A (retinol) ou carotenoides são vitaminas lipossolúveis, assim como os tocoferóis (ORDÓÑEZ et al., 2005). Os carotenoides são pigmentos amarelos, laranjas e vermelhos, divididos em duas classes, os carotenos e as xantofilas (REGITANO-d'ARCE, 2006).

Os compostos fenólicos (ácidos fenólicos e flavonóides) são comumente encontrados em ervas e especiarias e são potentes antioxidantes, agindo como quelante de metais e sequestradores de radicais livres (JAYASHINGHE et al., 2003). Esses compostos apresentam em comum pelo menos um anel aromático e um ou mais grupo de hidroxilas (PENGELLY, 2004; NGUYEN; NIEMEYER, 2008). Nas plantas, podemos encontrar esses antioxidantes nas frutas, vegetais, castanhas, sementes, folhas, raízes e casca (GÜLÇİN et al., 2007). Os flavonoides são as substâncias responsáveis pela coloração das flores, frutas, folhas e possuem propriedades terapêuticas tais como inibição enzimática, sequestradores de radicais livres e atividade sinérgica com a vitamina C (APAK et al., 2006). Além dos flavonoides, outros compostos fenólicos apresentam forte ação antioxidante, tais como o ácido caféico, ácido clorogênico, ácido carnósico e ácido gálico (DENISOV; AFANAS'EV, 2005)

Os sais de EDTA (ácido etilenodiaminotetracético) são frequentemente utilizados como agentes quelantes, removendo metais potencialmente tóxicos e conseqüentemente reduzindo a produção de radicais livres (HININGER et al., 2005). Além de atuar como antioxidante, o EDTA possui ação microbiana, e

devido às suas funções, pode ser incorporado em filmes de embalagens (GÜÇBILMEZ et al., 2007).

1.5. Manjeriço

O manjeriço é uma planta proveniente da Ásia, África e países mediterrâneos (JAYASINGHE et al., 2003). Atualmente tem o cultivo difundido por muitos outros países, inclusive no Brasil, onde o clima é favorável (MINAMI et al., 2007). É um condimento amplamente utilizado em todo o mundo. Além de ser popular na culinária, esta planta tem uso medicinal por possuir substâncias com propriedades antimicrobianas, inseticidas, nematicidas, fungicidas e antioxidantes (CAROVIĆ-STANKO et al., 2010). É recomendado o uso para problemas digestivos, como cicatrizante, diurético, fortificante, antigripal e estimulante (MINAMI et al., 2007; KWEE; NIEMEYER, 2011).

O manjeriço pertence à família Lamiaceae, e seu nome científico é *Ocimum basilicum* L., significando erva rainha perfumada (ocimum = perfumada, e basilicum = erva rainha). A planta é conhecida por diferentes nomes tais como: manjeriço, manjeriço-doce, basilicão, alfavaca, alfavaca cheirosa, alfadega, entre outros, é um arbusto com 30 a 100 cm de altura, possui caule verde ramificado, pecíolos curtos, folhas simples com bordas lisas ou dentadas, as folhas possuem coloração de verde clara a verde escura, ou roxa, e são muito aromáticas, as flores são pequenas, as sementes são oblongas, pretas azuladas e pequenas (aproximadamente 800 sementes por grama) (MINAMI et al., 2007). O gênero *Ocimum* L. engloba aproximadamente 150 espécies de plantas, sendo as mais conhecidas, devido ao seu uso na culinária, *Ocimum basilicum* L. e *Ocimum sanctum* L. (DANESI et al., 2008).

As propriedades do manjeriço englobam tanto os óleos essenciais (moléculas hidrofóbicas), quanto às substâncias hidrofílicas. Para extrair substâncias antioxidantes das ervas e especiarias utilizam-se extratos aquosos, para as moléculas hidrofílicas, e extratos alcoólicos ou destilação, para as moléculas hidrofóbicas (MINAMI et al., 2007). Os solventes (polares e não polares) mais utilizados na extração das substâncias antioxidantes são

hexano, metanol, acetona, acetato de etila, etanol e água, sendo, que as partes utilizadas são as sumidades floridas e as folhas (JAYASINGHE et al., 2003).

Após a colheita da planta, ela deve passar por um preparo prévio, como a lavagem para retirada de terra, com água ozonizada ou hipoclorada para a redução dos micro-organismos, ou a retirada de algum órgão, para a retirada de impurezas ou substâncias indesejáveis (OLIVEIRA et al., 1998). Os extratos são preparações concentradas, feitas a partir de matéria-prima vegetal, submetidas ou não a algum tratamento prévio (moagem, secagem, inativação enzimática, etc.) e diluídas em um solvente (EXTRATOS VEGETAIS, 2010). Após a diluição, pode-se concentrar o extrato, eliminando parte do solvente.

Há diferentes formas de preparação de um extrato:

- Maceração: a planta é macerada com o solvente por um período determinado;

- Infusão: a água fervente é acrescentada à planta;

- Decocção: a água entra em ebulição na presença da planta;

- Digestão: a planta permanece no solvente a uma temperatura de 40 a 60°;

- Percolação: é o método mais eficiente na extração. O solvente passa pela planta moída, através de percoladores, com fluxo controlado e variação da mistura dos solventes extratores;

- Destilação: a planta, misturada com água ou álcool, é destilada;

- Secagem: após a obtenção de um extrato, o aquecimento ou a evaporação eliminam o solvente do extrato inicial (EXTRATOS VEGETAIS, 2010).

Os extratos aquosos são fáceis de utilizar na indústria do alimento, pois não apresentam problemas de solubilidade e dispensam o uso de solventes orgânicos, que podem ser prejudiciais, além de não manterem o sabor da planta utilizada (HINNEBURG et al., 2006). Além disso, esses extratos, por serem polares, conseguem extrair substâncias como os compostos fenólicos (ácidos fenólicos e flavonoides) que possuem alto poder antioxidante (DANESI

et al., 2008; ROQUE, 2011), substâncias que estão presentes em todas as plantas comestíveis (DEHKHARGHANIAN et al., 2010).

O manjericão possui compostos fenólicos com forte ação antioxidante, como o ácido caféico, ácido caftárico, ácido chicórico e o ácido rosmarínico (KWEE; NIEMEYWER, 2011). O ácido caféico possui vários efeitos benéficos como antiviral, anti cancerígeno, anti-inflamatório e antioxidante (LIN; YAN, 2012). Seu efeito antioxidante ocorre mesmo em concentrações muito baixas (WONGMEKIAT et al., 2011). O ácido clorogênico, substância derivada do ácido caféico (MURAKAMI ET AL., 2011) também possui forte ação antioxidante (DENISOV; AFANAS'EV, 2005; MURAKAMI et al., 2011). O ácido caftárico foi identificado no manjericão apenas recentemente (LEE; SCAGEL, 2009; KWEE; NIEMEYER, 2011), não obstante, ele está presente como o terceiro maior componente nesta planta (LEE; SCAGEL, 2009). O ácido chicórico possui alta atividade biológica como anti-inflamatório (LEE; SCAGEL, 2009), inibição do vírus HIV, estimulador de células fagocíticas, antioxidantes, além de seus efeitos benéficos contra a diabetes (KOUR; BANI, 2011). O ácido rosmarínico é o composto fenólico encontrado em maior quantidade no manjericão (HINNEBURG et al., 2006). Ele possui ação adstringente, antioxidante, anti-inflamatória, anti-mutagênica, antibacteriana e antiviral (PETERSEN; SIMMONDS, 2003).

Os óleos essenciais são compostos voláteis, naturais e complexos; possuem um forte odor e são formados por plantas aromáticas como metabólitos secundários, possuindo propriedades medicinais (BAKKALI et al., 2008).

1.6. O gênero *Pseudoplatystoma*

Os bagres são peixes de importância econômica mundial devido ao valor de sua carne, por possuir espécies ornamentais e pela sua distribuição cosmopolita (TEUGELS, 1996). Os peixes pertencentes a esse grupo, do gênero *Pseudoplatystoma* tem importante valor comercial no Brasil (ROMAGOSA, 2010), por possuir carne de excelente qualidade e em função da pesca esportiva (INOUE, 2009). São animais dulciaquícolas, típicos da América

do Sul, podendo ser encontrados no Rio São Francisco, Rio Amazonas e Rio da Prata (LEONARDO et al., 2006).

Segue abaixo sua classificação taxonômica:

Classe: Actinopterygii

Ordem: Siluriformes

Família: Pimelodidae

Gênero: *Pseudoplatystoma*

Espécie: *Pseudoplatystoma corruscan* (pintado) e *Pseudoplatystoma reticulatum* (cachara)

As principais características morfológicas da família Pimelodidae são, corpo alongado e sem escamas; três pares de barbilhões, sendo o par nasal ausente; espinha dorsal ausente em algumas espécies; espinha peitoral pode ser presente; barbatana adiposa presente (TEUGELS, 1996).

Devido ao seu valor comercial do gênero *Pseudoplatystoma*, o pintado e o cachara sofrem com a pesca predatória, responsável por reduzir substancialmente seus estoques naturais (ROMAGOSA, 2010). Outros fatores além da pesca contribuem para o comprometimento dessas espécies, como a degradação do seu ambiente natural devido à construção de represas, assoreamento dos rios e poluição (CAMPOS, 2010). Esses fatores contribuem para o cultivo do pintado e cachara.

O gênero *Pseudoplatystoma* compõe espécies carnívoras, podendo ocorrer canibalismo durante a fase larval (BARAS et al., 2011). Seu período reprodutivo ocorre de novembro a janeiro, quando há maiores temperatura e níveis de precipitação, e é caracterizado pela migração rio acima (LEONARDO et al., 2006; GODINHO et al., 2007). Devido ao *Pseudoplatystoma* ser um peixe tipicamente migratório, a reprodução em cativeiro somente ocorre pelo uso de técnicas de maturação final e desova com a aplicação de hormônios hipotalâmicos ou gonadotrópicos (INOUE, 2009), processo conhecido como hipofiseação (LEONARDO et al., 2004).

Algumas pisciculturas têm feito cruzamentos artificiais entre *P. corruscans* (pintado) e *P. reticulatum* (cachara) a fim de produzir híbridos com

características desejáveis (GODINHO, 2007). Nos bagres *P. corruscans* e *P. reticulatum* há dois tipos de híbrido, o pintachara, proveniente do cruzamento entre fêmea de pintado e macho de cachara, e o cachapinta, resultado do cruzamento da fêmea de cachara com macho de pintado (PRADO et al., 2011; PRADO et al., 2012). Esses híbridos apresentam desenvolvimento embrionário normal e possuem características vantajosas no cultivo como taxa de crescimento maior que suas espécies parentais (PRADO et al., 2012). O aumento na oferta de espécies nativas de peixes, híbridas ou não, possibilita o desenvolvimento de estudos para verificar a viabilidade de comercialização de diferentes formas de processamento destes peixes.

O processamento do pescado leva a oxidação lipídica e a utilização de antioxidantes é umas das formas disponíveis para aumentar a vida de prateleira de produtos processados, assim o objetivo desse trabalho foi analisar o comportamento do extrato aquoso de manjeriço durante a dessalga do bacalhau e a salga do pintachara, tanto em sua função antioxidante, como nos mecanismos de movimentação da água e do sal.

2. Materiais e Métodos

Os experimentos foram realizados no período de dezembro de 2011 a setembro de 2012.

O bacalhau *Gadus morhua* foi comprado no Mercado Municipal de São Paulo. A partir da peça inteira foram cortados 42 pedaços, de aproximadamente 100 gramas, que foram mantidas sob-refrigeração por aproximadamente 1 mês a 5°C até o início do experimento. O manjeriço foi adquirido em de uma horta em Piracicaba e mantido sob-refrigeração até a utilização. Em ambos os experimentos, o manjeriço foi adquirido sempre no mesmo local, a fim de garantir que a procedência e o cultivar fossem os mesmos.

O extrato aquoso foi elaborado triturando as folhas lavadas de manjeriço com água, na proporção de 50 gramas de manjeriço para 1 litro de água. Após serem trituradas, foram peneiradas.

Para a dessalga foram realizadas sete trocas de água, em um período total de 48 horas. O experimento foi realizado com três repetições e as trocas de água para cada tratamento ocorreram nas seguintes horas: 1, 3, 5, 9, 23, 35 e 48. Foram utilizados dois tratamentos: Grupo controle dessalga utilizando apenas água e Grupo Manjeriçã. Foi utilizado o extrato de manjeriçã na proporçã de 10% de extrato na primeira dessalga, e nas seguintes, apenas água. Nas outras dessalgas, o extrato nã foi incluso pois devido a forte coloraçã deste, ele poderia alterar a coloraçã do bacalhau no final do experimento. A razã peixe:água foi de 1:4 em todos os tratamentos.

Os exemplares de pintachara utilizados no experimento foram adquiridos na piscicultura Mar & Terra, de Itaporã (MS). Os peixes foram abatidos com idade aproximada de 1 ano, e peso entre 1,2 a 1,4 kg; sendo alimentados desde o início com raçã para peixes carnívoros Douramix, Revollution, com formulações específicas para alevinos, juvenis, crescimento e terminaçã. Após o abate, foram transportados congelados até São Paulo.

Foram utilizados no total, 17 peixes. Os peixes foram descabeçados e eviscerados no mesmo dia em que foram adquiridos. Os peixes foram serrados congelados com serra-fita em 2 bandas, e posteriormente descongelados em geladeira por 24 horas.

A salmoura foi preparada utilizando sal fino, na proporçã de 400 gramas de sal por litro. O. Foram utilizados dois tratamentos: Grupo controle, utilizando apenas salmoura e Grupo Manjeriçã, utilizando na salmoura, extrato aquoso de manjeriçã, na proporçã de 10%. A salga úmida durou 1 hora e a salmoura foi utilizada na quantidade suficiente para cobrir todos os filés.

Para a salga seca foi utilizado sal traçado na proporçã de 1/3 de sal fino para 2/3 de sal grosso.

Os tratamentos foram realizados em três repetições, utilizando bandejas contendo entre 5 bandas de peixe cada.. Após a salga úmida, os filés foram transferidos para bandejas com furos que permitiram a drenagem da água extraída durante a salga seca. Os peixes foram manejados de forma a intercalar uma camada de sal e outra de peixe. O experimento total durou 48 horas, com a retirada de amostras a cada intervalo, em cada tratamento. As

amostras foram coletadas nas seguintes horas após o início do experimento: 1, 14, 24, 36 e 48 horas.

Análises químicas:

Foram realizadas as análises de umidade, cinzas totais, proteína bruta, lipídeos totais, ácidos graxos, teores de sódio, atividade de água e oxidação lipídica. Para as análises da composição química foram utilizados carne de três peixes. As análises foram feitas em duplicata.

A *umidade* foi determinada por secagem em estufa a 105°C por 4 horas pelo método da AOAC (952.08). A porcentagem da umidade foi calculada a partir da equação:

$$\%Umidade = \frac{m2 - m3 * 100}{m2 - m1}$$

Onde m1 = massa do cristalizador + areia + bastão de vidro; m2 = massa do cristalizador + areia + bastão de vidro + amostra; m3 = massa do cristalizador + areia + bastão de vidro + amostra seca.

As *cinzas totais* foram determinadas por secagem em estufa a 105°C e incineração em mufla a 550°C (938.08, AOAC, 2005).

A *proteína bruta* foi determinada pela método de Kjeldahl (940.25), multiplicando o valor da proteína pelo fator de conversão 6,25 (AOAC, 2005).

As análises de *lipídeos totais* foram realizadas com três repetições, no laboratório do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), em Campinas, pelo método de Horwitz (AOAC, 2010). Foram determinados também os ácidos graxos pelos métodos da AOAC (2009; 2010), Hartman (1973) e Food Standards Agency (2002). Com a determinação dos ácidos graxos, foi possível calcular a razão entre os ácidos graxos ômega 6 e ômega 3:

$$\omega6/\omega3 = \Sigma \text{PUFA } \omega6 / \Sigma \text{PUFA } \omega3$$

Onde, $\Sigma \text{PUFA } \omega6$ = a somatória dos ácidos graxos poli-insaturados ômega-6; $\Sigma \text{PUFA } \omega3$ = a somatória dos ácidos graxos poli-insaturados ômega-3.

Os teores de sódio foram determinados por espectrometria de Emissão Atômica, utilizando-se o equipamento Shimadzu, modelo AA-6800.

Para transformação dos teores de sódio em cloretos foi utilizado o fator de conversão 2,54, determinado a partir da razão MNaCl/MNa.

A atividade de água foi determinada utilizando o analisador de atividade de água, Aqualab 3T, da Decagon Devices (USA).

A oxidação lipídica foi mensurada pela formação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (SRABT) de acordo com o método de Vyncke (1970). O Índice de Peroxidabilidade (IP) foi baseado na equação de Dal Bosco et al. (2012):

$$IP = (\% \text{monoenoico} \times 0,025) + (\% \text{dienoico} \times 1) + (\% \text{trienoico} \times 2) + (\% \text{tetraenoico} \times 4) + (\% \text{pentaenoico} \times 6) + (\% \text{hexaenoico} \times 8)$$

Valores em g/100g de acordo com Arakawa and Sagai (1986).

Determinação das variações de massa:

As variações no peso do peixe do Experimento 1 foram calculadas pela equação:

$$\Delta P = \frac{(P_f - P_i) \times 100}{P_i} (\%)$$

Onde P_f = peso final; P_i = peso inicial.

As variações no teor de umidade dos peixes (Experimentos 1 e 2) foram calculadas pela equação:

$$\Delta P = \frac{(U_f \times P_f - U_i \times P_i) \times 100}{P_i} (\%)$$

Onde P_f = peso final; P_i = peso inicial da amostra; U_f = teor de umidade final; U_i = teor de umidade inicial.

As variações no teor de cloreto de sódio dos peixes (Experimentos 1 e 2) a cada ponto de amostragem foram calculadas pela equação de Gallart-Jornet (2007):

$$\Delta P = \frac{(\text{NaCl}_f \times P_f - \text{NaCl}_i \times P_i) \times 100}{P_i} (\%)$$

Onde Pf = peso final; Pi = peso inicial da amostra; NaClf = teor de sódio final e NaCli = teor de sódio inicial.

Características nutricionais:

Índice de Aterogenicidade (IA)

$$IA = (C12:0 + 4 \times C14:0 + C16:0) / [(PMUFA + P(n-6) + P(n-3))]$$

Valores em g/100g de acordo com Ulbricht and Southgate (1991)

Índice de Trombogenicidade (IT)

$$TI = (C14:0 + C16:0 + C18:0) / [(0.5 \times PMUFA + 0.5 \times (n-6) + 3 \times (n-3) + (n-3)/(n-6)]$$

Valores em g/100g de acordo com Ulbricht and Southgate (1991)

Razão hipocolesterolêmico/hipercolesterolêmico (HH).

$$HH = [(C18:1n - 9 + C18:2n - 6 + C20:4n - 6 + C18:3n - 3 + C20:5n - 3 + C22:5n - 3 + C22:6n - 3) / (C14:0 + C16:0)]$$

Valores em g/100g de acordo com Santos-Silva et al. (2002).

Análises estatísticas:

Foram feitas regressão polinomial entre os parâmetros analisados (A_w , umidade, absorção de água, substâncias reativas ao TBA, cloreto de sódio e ganho de peso) em função do tempo de salga e/ou dessalga para obtenção da melhor curva ajustada. Os resultados destas análises estão apresentadas no Anexo 1.

3. Resultados e discussão

3.1. Dessalga do bacalhau

As curvas que melhores se ajustaram as variações dos teores de umidade, atividade de água, teor de cloreto de sódio, de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico em função do tempo de dessalga demonstram que a utilização de um extrato de manjeriço interfere na dessalga (Figura 1).

Em um mesmo tempo de dessalga, para todos os parâmetros analisados os resultados para as amostras tratadas com manjeriço possuem valores inferiores aos das amostras controle, demonstrando que o extrato de manjeriço dificulta a absorção da água, remoção do sal e principalmente retarda a oxidação lipídica.

O melhor ajuste para todos os parâmetros analisados foi a regressão polinomial de segundo grau. A equação referente a essa curva é $y = ax^2 + bx + c$, onde x é o tempo de dessalga. O valor do coeficiente de determinação (R^2) explica a porcentagem da variabilidade dos parâmetros para os tratamentos sem e com manjeriço, respectivamente. Os valores encontrados para a , b , c e R^2 para cada parâmetro mostrado na Figura 1 se encontram na Tabela 1.

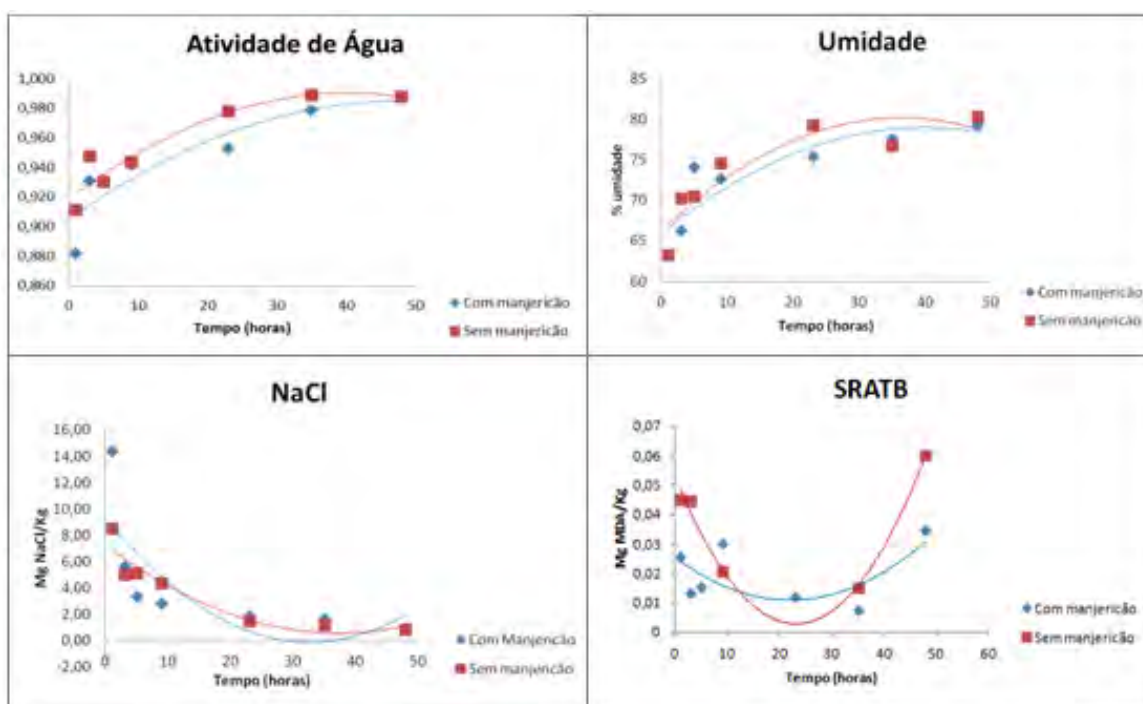


Figura 1. Comparação entre as modificações dos parâmetros de Atividade de água, Umidade, NaCl e SRATB em função do tempo de dessalga de bacalhau com e sem adição do extrato de manjeriço.

Para a A_w os valores de R^2 indicam que o modelo explica 85,8% e 74,6% da variabilidade em função do tempo de dessalga, respectivamente para as amostras dessalgadas sem e com manjeriço. Para a umidade os valores

de R^2 indicam que o modelo explica 77,7% e 88,2% da variabilidade para amostras sem e com manjeriço, respectivamente. Para NaCl os valores de R^2 indicam que o modelo explica 90,82% e 56,7% da variabilidade para amostras sem e com manjeriço, respectivamente.

Tabela 1. Equações dos ajustes polinomiais dos parâmetros A_w , Umidade, NaCl e SRATB em função da dessalga.

Sem manjeriço				
	a	B	c	R^2
A_w	0,914	$3,744 \times 10^{-3}$	$-4,682 \times 10^{-5}$	0,8579
Umidade	65,648	0,7719	-0,00993	0,7765
NaCl	7,715	-0,3899	0,00526	0,9082
SRATB	0,053	$-4,294 \times 10^{-3}$	$9,548 \times 10^{-6}$	0,9796
Com manjeriço				
	a	B	c	R^2
A_w	0,905	$3,34 \times 10^{-3}$	$-3,487 \times 10^{-5}$	0,7462
Umidade	65,116	0,6826	-0,00841	0,8223
NaCl	9,349	-0,5816	0,0089	0,5674
SRATB	0,025	$-1,309 \times 10^{-3}$	$2,964 \times 10^{-5}$	0,3962

A variabilidade para o ajuste polinomial das SRATB sem manjeriço foi de 97,7%, contrastando o ajuste obtido para as amostras com manjeriço que explica aproximadamente 40% da variabilidade. Essa grande diferença ocorreu devido a necessidade de retirada de 2 outliers na regressão polinomial nos dados das amostras sem manjeriço, possibilitando a criação de uma curva com ajuste mais alto. O pequeno percentual de variabilidade para o ajuste das SRATB nas amostras com manjeriço pode também ser explicada pela interferência dos componentes do extrato de manjeriço na avaliação espectrofotométrica. Embora não tenha sido observada alteração da coloração depois da dessalga, cromóforos podem estar presentes nestas amostras.

Além disso, o teste de SRATB tem como objetivo reagir com aldeídos, no entanto outras substâncias podem também reagir ao ácido tiobarbitúrico interferindo na análise (OSAWA et al., 2005). Segundo Jardine et al. (2002), pode reagir com alcanos, proteínas, sacarose e ureia produzindo compostos coloridos interferindo nos valores finais. As amostras de bacalhau empregadas sofreram diferentes processos (salga e dessalga) que aliados ao tempo de

armazenamento contribuem com o processo de oxidação lipídica. Os produtos primários e secundários formados nesse processo podem ter reagido com o ácido tiobarbitúrico durante as análises, influenciando o resultado, o que justificaria o comportamento desses dados.

A diminuição do teor de sal durante a dessalga é influenciada pelo formato da porção dessalgada, que é sempre irregular e diferente em relação às outras porções. Assim para avaliar as variações de sal em função da massa, foi utilizada a equação proposta por Gallart-Jornet (2007), que considera a quantidade inicial de sal e de massa, para calcular as mudanças no teor de sal de modo proporcional (Figura 2).

Os valores do R^2 das variações de NaCl foram, 92,3% e 57,4% para amostras sem e com manjerição respectivamente (Tabela 2) são próximos aos valores obtidos para o teor de NaCl, 90,8% e 56,7%, sem e com manjerição, respectivamente (Tabela 1). Essas diferenças estão relacionadas com as variações no ganho de peso ocorridas durante a dessalga e com a possibilidade de erros aos quais esse tipo de análise está sujeita, como contaminação pelo ar, por impurezas nos reagentes e nos materiais utilizados, perdas por adsorção e erros devido a dissolução heterogênea das amostras (KRUG; SANTOS JUNIOR, 2010).

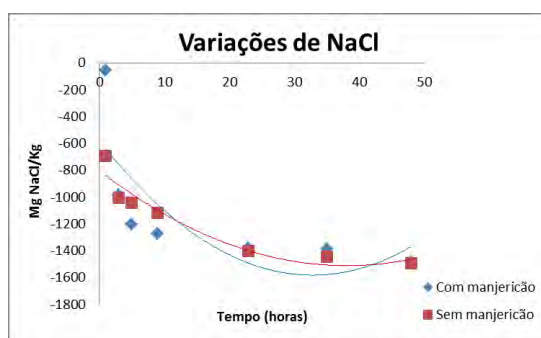


Figura 2. Variações nos teores de NaCl expressas em porcentagem em função do tempo de dessalga de bacalhau com e sem adição do extrato de manjerição.

Tabela 2. Equação dos ajustes polinomiais do parâmetro % NaCl (variações de NaCl) em função da dessalga.

Sem manjeriçã				
	A	b	c	R ²
% NaCl	-803,446	-37,1348	0,4872	0,923
Com manjeriçã				
% NaCl	-583,217	-60,8355	0,9264	0,574

Os fatores que mais afetam as mudanças de peso durante o processo de salga e de dessalga são os fluxos de água e sal. Portanto a variação de peso pode ser considerada como a soma da variação das quantidades de água e de sal (GALLART-JORMET et al., 2007) e está diretamente relacionada com a absorção de água (Figura 3).

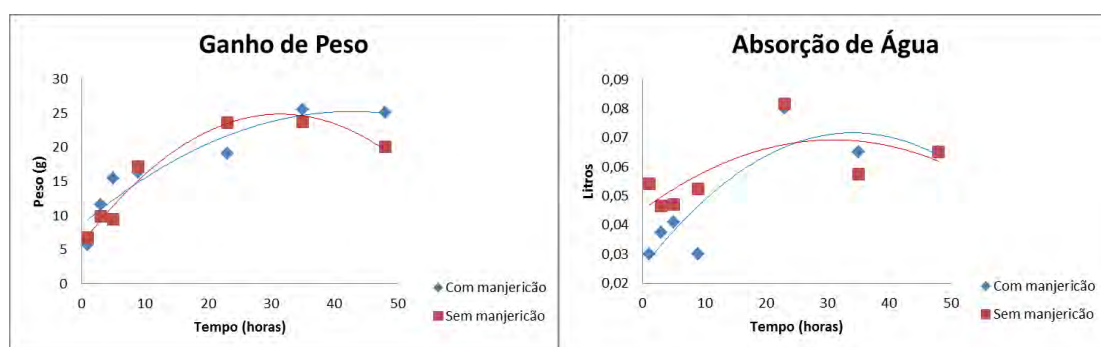


Figura 3. Comparação entre as modificações dos parâmetros de Ganho de peso e Absorção de água em função do tempo de dessalga de bacalhau com e sem adição do extrato de manjeriçã.

Tabela 3. Equações dos ajustes polinomiais dos parâmetros Porcentagem de Peso (ganho de peso) e Absorção (absorção de água) em função da dessalga.

Sem manjeriçã				
	A	b	c	R ²
% Peso	5,402	1,1573	-0,0178	0,9282
Absorção	0,050	2,785x10 ⁻³	7,022x10 ⁻⁶	0,8247
Com manjeriçã				
% Peso	8,616	0,7763	-0,0091	0,7788
Absorção	0,026	8,156x10 ⁻³	-3,967x10 ⁻⁵	0,7761

Os ajustes da curva de absorção demonstram que o manjericão interfere na absorção de água pelo tecido muscular durante a dessalga, evidenciado pelo menor percentual de ajuste na curva com manjericão.

3.2 Salga do Pintachara

A salga é um processo antigo de conservação do alimento já praticado e algumas espécies, porém novas espécies são importantes devido às peculiaridades de cada peixe. A evolução da salga no pintachara obteve o ajuste polinomial como o mais adequado (Figura 4).

Na tabela 4 os valores de R^2 indicam que o modelo explica para as amostras sem manjericão apenas 44,3% (A_w), 57,4% (umidade), 25,8% (NaCl) e 52,8% (SRATB) na variabilidade em função do tempo de salga. Nas amostras com manjericão, o modelo explica apenas 21,1% (A_w), 30,1% (umidade), 41,3% (NaCl) e 28,3% (SRATB) na variabilidade em função do tempo de salga.

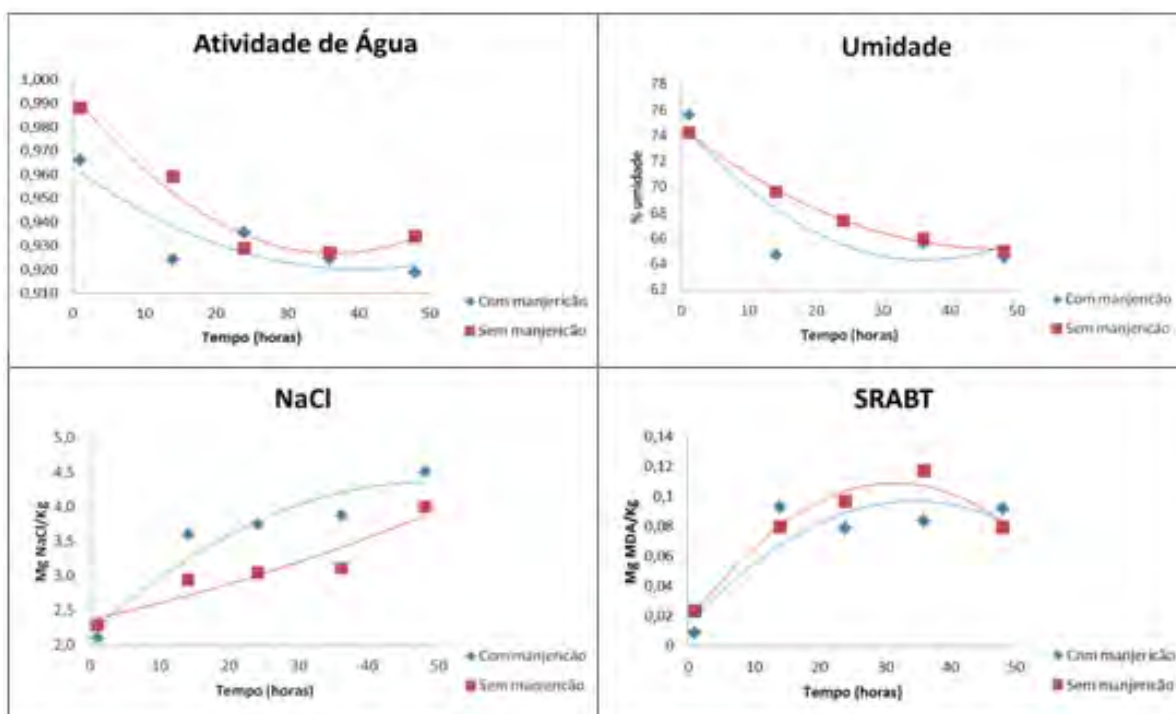


Figura 4. Comparação entre as modificações dos parâmetros de Atividade de água, Umidade, NaCl e SRATB em função do tempo de salga do pintachara com e sem adição do extrato de manjericão.

Tabela 4. Equações dos ajustes polinomiais dos parâmetros Aw, Umidade, NaCl, SRATB em função da dessalga.

Sem manjeriçao				
	a	b	c	R ²
Aw	0,9778	-3,881x10 ⁻³	6,251x10 ⁻⁵	0,4431
Umidade	72,495	-0,4169	0,0056	0,5744
NaCl	6,626	0,0528	0,00043	0,2579
SRATB	0,042	5,496x10 ⁻³	-9,883x10 ⁻⁵	0,5279
Com manjeriçao				
	a	b	c	R ²
Aw	0,945	-1,108x10 ⁻³	1,155x10 ⁻⁵	0,2105
Umidade	70,663	-0,3088	0,00383	0,3013
NaCl	2,774	0,0689	-0,0007	0,413
SRATB	0,046	2,609x10 ⁻³	-3,533x10 ⁻⁵	0,283

Os baixos valores de R² encontrados em todos os parâmetros analisados durante o experimento de salga estão relacionados com fatores externos a esses parâmetros que influenciam o resultado final das análises. O tamanho e a espessura do peixe podem influenciar a distribuição de sal e o fluxo de água que sai do peixe (NUNES; PEDRO, 2011). O alto teor de gordura também influencia a entrada de água por funcionar retardando a entrada de água, devido a natureza hidrofóbica da gordura (NUNES; PEDRO, 2011). Segundo Barat et al. (2003) outras forças além da difusão condicionam o processo de salga, como os gradientes de pressão relacionados com forças externas, capacidade de retenção de água e desnaturação das proteínas. Conforme o processo de salga entra em equilíbrio, as forças envolvidas na salga enfraquecem (BARAT et al., 2003).

As análises de SRATB foram realizadas 8 semanas a partir da salga. Segundo Santos Fogaça e Sant'Ana (2007), no período entre 30 e 60 dias de congelamento ocorre uma redução dos substratos lipídicos interferindo nas reações em cadeia e causando flutuações nos valores de TBA, o que poderia ser responsável pelo baixo R² em ambos os experimentos.

A composição do manjeriçao varia em função do seu cultivar, dependendo de condições ambientais, porém, todos tem em comum uma grande concentração de ácidos fenólicos, sendo os mais representativos o ácido caféico, ácido caftárico, ácido rosmarínico e o ácido chicórico (KWEE; NIEMEYWER, 2011). Tais substâncias possuem forte ação antioxidante (LIN;

YAN, 2012; WONGMEKIAT et al., 2011; DENISOV; AFANAS'EV, 2005; MURAKAMI ET AL., 2011; KOUR; BANI, 2011; PETERSEN; SIMMONDS, 2003), justificando a ação antioxidante nos dois experimentos.

A composição química do músculo de um peixe depende de vários fatores tais como condições bióticas e abióticas relacionadas à espécie e ao cultivo (BURKERT et al., 2008), fatores genéticos, origem geográfica, nível de domesticação, disponibilidade de alimento e sazonalidade, natação migratória, mudanças sexuais, desova (SANT'ANA et al., 2010) e alimentação (BURKERT et al., 2008; SANT'ANA et al., 2010). Embora o objetivo deste trabalho tenha sido analisar o processo de salga do pintachara, é importante o conhecimento da composição química para o processamento dos alimentos. O pintachara é um peixe híbrido comercial da empresa Mar e Terra, e na literatura pesquisada não foi encontrado nenhum dado a respeito da composição química.

Nos estudos feitos com peixes do gênero *Pseudoplatystoma*, Burkert et al. (2008) encontraram a porcentagem de lipídeos totais de $1,47 \pm 0,69$, enquanto Sant'Ana et al. (2010) encontraram a porcentagem de lipídeos totais para peixes cultivados e selvagens de $0,56 \pm 0,03$ e $0,18 \pm 0,03$ respectivamente. Otani (2012) encontrou para cacharas de cultivo a porcentagem de $4,53 \pm 0,81$ pelo método de Horwitz (AOAC, 2010), o mesmo método do presente trabalho. O pintachara obteve uma porcentagem muito superior para lipídeos totais (Tabela 5). A comparação de teores lipídicos é complicada pois existe uma grande variabilidade nos resultados em função da matriz analítica e do método de análise. Recentemente Ramalhosa et al., (2010) demonstraram a variabilidade dos resultados analíticos em peixes em função da metodologia de análise. Este método geralmente apresenta resultados menores que os outros métodos e grande variabilidade entre as repetições (RAMALHOSA et al., 2010) sendo mais indicado em caso de alto teor de lipídeos (ALBOURG, 2010). Além das questões analíticas, outro fator que pode ter contribuído para os valores de lipídeos do pintachara serem tão superiores quando comparados com outros peixes de mesmo gênero é o processo de hibridização. Na literatura pesquisada os dados de composição química de pintado e cachara são escassos, enquanto para o pintachara não foi encontrado nenhum dado de composição. Estudos com as espécies parentais

e híbridos devem ser conduzidos para esclarecer a influência do processo de hibridização na composição lipídica.

Tabela 5. Composição química do pintachara

Componente	(g/100g)
Umidade	73,91 ± 0,63
Cinzas	1,25 ± 0,22
Proteínas	18,03 ± 0,78
Lipídeos	9,69 ± 1,84

Médias ± desvio padrão, n = 3

Nos ácidos graxos totais, a maior parte é representada pelos ácidos graxos monoinsaturados enquanto a menor parte, pelos ácidos graxos poliinsaturados $\omega 6$ com 1,69 g/100g e 0,47 g/100g, respectivamente (Tabela 6).

A razão $\omega 6/\omega 3$ está intimamente relacionada com doenças do coração e sua prevenção, porém o valor correto para essa razão depende de vários fatores, como a predisposição genética para doenças coronárias mas no geral, são apontados valores máximos de 4 (SIMOPOULOS, 2008). O valor encontrado para essa razão foi de 3,6, ou seja, está abaixo do máximo recomendado, sendo adequado para o consumo.

As recomendações diárias de EPA + DHA foram obtidas por meio da relação entre seu consumo e a diminuição dos riscos de doenças da artéria coronária, sendo sugerido o consumo de 250 mg de EPA + DHA por dia (EFSA, 2010). A média encontrada de 340 mg para 100 g de amostra está acima das recomendações diárias, confirmando a qualidade nutricional do pintachara.

O valor de IP é calculado a partir da reatividade de cada ácido graxo e está relacionado com os valores de SRABT (ARAKAWA; SAGAI, 1986), indicando a suscetibilidade do alimento à oxidação lipídica (TESTI et al., 2006). No pintachara o valor obtido de IP foi de 55,89, sendo bem menor que nos outros trabalhos (ARAKAWA; SAGAI, 1986; DAL BOSCO et al., 2012), onde os

valores mínimos de IP foram de $69,7 \pm 3,3$, e os máximos foram de $129,2 \pm 1,9$, respectivamente. Pode-se ver a relação entre os valores de SRABT (Figura 4) e o IP, pois ambos foram mais baixos que os dados da literatura.

Tabela 6. Classes de ácidos graxos em carne de pintachara

Componente	% área	g/100g
C 14:0	1,22	0,11
C 15:0	0,25	0,02
C 16:0	23,04	2,13
C 17:0	0,29	0,03
C 18:0	6,90	0,64
C 20:0	0,15	0,02
C 22:0	0,27	0,03
ΣSaturados	32,12	2,98
C 14:1	0,08	0,01
C 16:1	4,48	0,41
C 17:1	0,18	0,02
C 18:1	35,05	3,25
C 20:1	1,25	0,12
C 22:1	0,08	0,01
C 24:1	0,10	0,01
ΣMonoinsaturados	41,22	3,83
C 18:2 ω6	15,28	1,41
C 18:3 ω3	1,00	0,09
C 20:2 ω6	0,49	0,05
C 20:3 ω6	1,06	0,10
C 20:4 ω6	1,14	0,11
C 22:2 ω6	0,17	0,02
C 20:5 ω3 (EPA)	0,90	0,08
C 22:5 ω3	0,42	0,04
C 22:6 ω3 (DHA)	2,79	0,26
ΣPoli-insaturados	23,25	2,16
Σ ω3	5,11	0,47
Σ ω6	18,14	1,69
ω6/ ω3	3,55	3,60
EPA+DHA	3,69	0,34

Os índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT) indicam a qualidade dietética global dos lipídeos e seu potencial efeito no desenvolvimento de doenças coronárias, pois consideram nas suas formulações os ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados

(JANKOWSKA et al., 2010). O índice de trombogenicidade se baseia nos fatos dos ácidos C14:0, C16:0 e 18:0 serem trombogênicos e os ácidos graxos poli-insaturados ω 3 e ω 6 serem antitrombogênicos (ULBRICHTH; SOUTHGATE, 1991). Quanto menores os valores, maior é o potencial de prevenção ao aparecimento de doenças coronarianas (TURAN et al., 2007).

O valor de IA para o híbrido foi de 0,71, sendo maior que os valores encontrados para seus parentais cachara 0,54 e pintado 0,49 (RAMOS FILHO et al., 2008). Da mesma forma, o IT foi maior para o pintachara, que obteve valor de 0,65 em comparação com o cachara e o pintado que tiveram valores de 0,59 e 0,33, respectivamente.

O valor da razão HH se relaciona com o metabolismo de colesterol, e quanto maior for a razão, melhor é a qualidade do alimento (TESTI et al., 2006). O HH encontrado foi 2,34 e está de acordo com outros trabalhos, demonstrando boa qualidade nutricional (TESTI et al., 2006; DAL BOSCO et al., 2012).

4. Conclusões

O extrato de manjeriço interferiu tanto no processo de dessalga, como na salga, retardando as reações de entrada de água e saída de sal, na dessalga do bacalhau, bem como, na saída de água e entrada do sal na salga do pintachara. Em relação à ação antioxidante do extrato de manjeriço este mostrou se eficiente nos dois processos. As análises de composição química do pintachara demonstraram que este peixe tem boa qualidade nutricional para a comercialização além de possuir potencial como matéria-prima para o desenvolvimento de novos produtos.

5. Referências

- ABRAS. **Associação Brasileira de Supermercados**: Comercialização de Pescado Salgado e Pescado Salgado Seco. Brasil, 2007
- AFONSO, M.S. et al. Atividade antioxidante e antimicrobiana do alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) em filés de tilápia (*Oreochromis* SSP) salgados secos

- durante o armazenamento congelado. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais** Botucatu, v. 10, n. 2, p. 12-17, 2008.
- AFONSO, M.S.; SANT'ANA, L.S., MANCINI-FILHO, J. Interação entre antioxidantes naturais e espécies reativas de oxigênio nas doenças cardiovasculares: perspectivas para a contribuição do alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.). **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, v. 35, n. 1, p. 129-148, 2010.
- AIURA, F. S. et al. Conservação de filés de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) em salga seca e salga úmida. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 60, n. 6, p. 1531-1537, out. 2008.
- ALBARRACÍN, W. et al. Salt in food processing; usage and reduction: a review, Invited review. **International Journal of Food Science & Technology**, Oxford, pg. 1-8, out. 2011.
- ALBOURG, S. P. Lipid Compounds. In: NOLLET, L. M. L.; TOLDRA, F. **Handbook of seafood and seafood products analysis**. Boca Raton: Taylor & Francis, 2010. p. 69-86.
- ALIÑO, M. et al. Development of a low-sodium ready-to-eat desalted cod. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 107, n. 3-4, p. 304-310, 2011.
- ANDERSEN, E. ANDERSEN, M. L.; BARON, C. Characterization of oxidative changes in salted herring (*Clupea harengus*) during ripening. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 55, p. 9545-9553, out. 2007.
- ANDRÉS, A. et al. Salted cod manufacturing: influence of salting procedure on process yield and product characteristics. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 69, p. 467-471, ago. 2005.
- ANDRÉS, A.; RODRÍGUEZ-BARONA, S., BARAT, J. M. Analysis of some cod-desalting process variables. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 70, p. 67-72, 2005.
- AOAC. **Official methods of analysis of the Association Chemistry**. 18. ed. Arlington, 2005.
- AOAC. **Official methods of analysis of the Association Chemistry**. 6. ed. Arlington, 2009.
- AOAC. **Official methods of analysis of the Association Chemistry**. 18 ed. Current Thought Revision 3. ed. Arlington: AOAC, 2010.
- APAK, R. et al. The cupric ion reducing antioxidant capacity and polyphenolic content of some herbal teas. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, Abingdon, v. 57, n. 5-6, p. 292-304, 2006.
- ARAKAWA, K; SAGAI, M. Species differences in lipid peroxide levels in lung tissue and investigation of their determining factors. **Lipids**, Champaign, v. 21, n. 12, p. 769-775, 1986.
- BAKKALI, F. et al. Biological effects of essential oils – A review. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 46, p. 446-475, 2008.
- BARAS, E. How many meals a day to minimize cannibalism when rearing larvae of the Amazonian catfish *Pseudoplatystoma punctifer*? The cannibal's point of view. **Aquatic Living Resources**, Montrouge, v. 24, p. 379-390, 2011.

- BARAT, J. M. et al. Cod salting manufacturing analysis. **Food Research International**, Barking, v. 36, p. 447-453, set. 2003.
- BARAT, J. M. et al. Influence of cod freshness on the salting, drying and desalting stages. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 73, p. 9-19, 2006.
- BARAT, J. M. et al. Mass transfer analysis during the cod desalting process. **Food Research International**, Barking, v. 37, p. 203-208, 2004.
- BARAT, J. M.; GRAU, R. Thawing and salting studies of dry-cured tuna loins. **Journal of food Engineering**, Essex, v. 91, p. 455-459, out. 2009.
- BASTI, S. et al. Studies on salting and drying of sardine (*Sardinella aurita*): Experimental kinetics and modeling. **Journal of Food Engineering**, Essex, n. 78, p. 947-952, fev. 2006.
- BELLAGHA, S. et al. Studies on salting and drying of sardine (*Sardinella aurita*): Experimental kinetics and modeling. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 78, p. 947-952, 2007.
- BOUAZIZ, A. et al. Enzymatic propyl gallate synthesis in solvent-free system: Optimization by response surface methodology. **Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic**, Amsterdam, v. 67, p. 242-250, 2010.
- BOUDHRIQUA, N. et al. Study of moisture and salt transfers during salting of sardine fillets. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 94, pg. 83-89, mar. 2009.
- BRÁS, A.; COSTA, R. Influence of brine salting prior pickle salting in the manufacturing of various salted-dried fish species. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 100, p. 490-495, mai. 2010.
- BURKERT, D. et al. Rendimentos do processamento e composição química de filés de surubim cultivado em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 7, p. 1137-1143, 2008.
- CAMPOS, J. L. O cultivo do pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*, Spix; Agassiz, 1829), outras espécies do gênero *Pseudoplatystoma* e seus híbridos. In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: Editora UFSM, 2010, p. 335-362.
- CAROVIĆ-STANKO, K. et al. Composition and antibacterial activities of essential oils of seven *Ocimum* taxa. **Food Chemistry**, Easton, v. 119, p.196-201, 2010.
- CHAIJAN, M. Physicochemical changes of tilapia (*Oreochromis niloticus*) muscle during salting. **Food Chemistry**, Easton, v. 129, n. 3, p. 1201-1210, 2011.
- COSTA, R.A.P. et al. The role of mitochondrial DNA damage in the cytotoxicity of reactive oxygen species. **Journal of Bioenergetics and Biomembranes**, Nova lorque, v. 43, p. 25-29, 2011.
- CZERNER, M. TOMÁS, M. C., YEANNES, M.. Ripening of salted anchovy (*Engraulis anchoita*): development of lipid oxidation, colour and other sensorial characteristics. **Journal of Science and Food and Agriculture**, Nova lorque, v. 91, p. 609-615, dez. 2010.

DAKER, M. et al. Antioxidant from maize and maize fermented by *Marasmiellus* sp. As stabilizer of lipid-rich foods. **Food Chemistry**, Easton, v. 107, p. 1092-1098, 2008.

DAL BOSCO, A. et al. Seasonal changes in the fillet fatty acid profile and nutritional characteristics of wild Trasimeno Lake goldfish (*Carassius auratus* L.). **Food Chemistry**, Easton, v. 132, p. 830-834, 2012.

DANESI, F. et al. Effect of cultivar on the protection of cardiomyocytes from oxidative stress by essential oils and aqueous extracts of basil (*Ocimum basilicum* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 56, p. 9911-9917, 2008.

DEHKHARGHANIAN, M.; ADENIER, H.; VIJAYALAKHMI, M. A. Study of flavonoids in aqueous spinach extract using positive electrospray ionization tandem quadrupole mass spectrometry. **Food Chemistry**, Easton, v. 121, n.3, p. 863-870, 2010.

DENISOV, E.; AFANAS'EV, I.B. Antioxidants. In: DENISOV, E.; AFANAS'EV, I.B. **Oxidation and antioxidants in organic chemistry and biology**. Taylos & Francis, Nova Iorque, 2005. p. 835-884.

DENISOV, E.; AFANAS'EV, I.B. Nonenzymatic lipid peroxidation. In: DENISOV, E.; AFANAS'EV, I.B. **Oxidation and antioxidants in organic chemistry and biology**. Taylos & Francis, Nova Iorque, 2005. p. 757-788.

EFSA, EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. EPA/DHA/DPA related health claims. **EFSA Journal**, Parma, v. 8, n.10, p. 1-32, 2010.

EXTRATOS VEGETAIS. **Food Ingredients Brasil**, São Paulo, n. 11, p. 16-20, 2010.

FERNÁNDEZ-SEGOVIA, I. et al. Microbial and sensory changes during refrigerated storage of desalted cod (*Gadus morhua*) preserved by combined methods. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 116, n. 1, p. 64-72, 2007.

FOCKE, W. W. et al. The effect of synthetic antioxidants on the oxidative stability of biodiesel. **Fuel**, Londres, v. 94, p. 227-223, 2012.

Food Standards Agency. Mc Cance and Winddowson's The Composition of Foods, Sixth Summary Edition. Cambridge, 2002, Royal Society of Chemistry. 537 p.

FREINBICHLER, W. et al. Highly reactive oxygen species: detection, formation, and possible functions. **Cellular and Molecular Life Sciences**, Basel, v. 68, p. 2067-2079, 2011.

GALLART-JORNET, L. et al. A comparative study of brine salting of Atlantic cod (*Gadus morhua*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 79, p. 261-270, 2007.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. Conservação de alimentos pelo uso de aditivos. In: Gava, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos: Princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel, 2009. p. 399-442.

GODINHO, A. L.; KYNARD, B.; GODINHO, H. P. Migration and spawning of female surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*, Pimelodidae in the São

Francisco river, Brazil). **Environmental Biology of Fishes**, Dordrecht, v. 80, n. 4, p. 421-433, 2007.

GOULAS, A. E.; KONTOMINAS, M. G. Combined effect of light salting, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the shelf-life of sea bream (*Sparus aurata*): Biochemical and sensory attributes. **Food Chemistry**, Easton, v. 100, p. 287-296, 2007.

GÜÇBILMEZ, Ç; M.; YEMENICIOĞLU, A.; ARSLANOĞLU, A. Antimicrobial and antioxidant activity of edible zein films incorporated with lysozyme, albumin proteins and disodium EDTA. **Food Research International**, Barking, v. 40, p. 80-91, 2007.

GUDJÓNSDÓTTIR, M.; ARASON, S., RUSTAD, T.. The effects of pré-salting methods on water distribution and protein denaturation of dry salted and rehydrated cod – A low-field NMR study. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 104, p. 23-29, jan. 2011.

GÜLÇİN, İ.; ELMASTAŞ, M.; ABOUL-ENEIN, H.Y. Scavenging activity of basil (*Ocimum basilicum* L. Family Lamiaceae) assayed by different methodologies. **Phytotherapy Research**, Londres, v. 21, p. 354-361, 2007.

HAKKIM, F. L.; SHANKAR, C. G.; GIRIJA, S. Chemical and antioxidant property of holy basil (*Ocimum sanctum* L.) leaves, stems, and inflorescence and their in vitro callus cultures. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 55, p. 9109-9117, 2007.

HARTMAN, L; LAGO, R. C. A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, Londres, v. 22, n. 8, p. 475-476, 1973.

HININGER, I. et al. Acute prooxidant effects of vitamin C in EDTA chelation therapy and long-term antioxidant benefits of therapy. **Free Radical Biology & Medicine**, Nova lorque, v. 38, p. 1565-1570, 2005.

HINNEBURG, I; DAMIEN DORMAN, H.J.; HILTUNEN, R. Antioxidant activities of extracts from selected culinary herbs and spices. **Food Chemistry**, Easton, v. 97, p.122-129, 2006.

INOUE, L. A. K. A. Princípios básicos para produção de alevinos de surubins (pintado cachara). Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2009. Disponível em: <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/DOC100.pdf>. Acesso em: 27 de set. 2012.

JAMSHIDIAN, M. et al. Effects of synthetic phenolic antioxidants on physical, structural, mechanical and barrier properties of poly lactic acid film. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 87, p. 1763-1773, 2012.

JANKOWSKA, B. et al. Fatty acid profile of muscles, liver and mesenteric fat in wild and reared perch (*Perca fluviatilis* L.), **Food Chemistry**, Easton, v. 118, n. 3, p. 764-768, 2010.

JARDINE, D. et al. Liquid chromatography-mass spectrometry (LC-MS) investigation of the thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) reaction. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 50, p. 1720-1724, 2002.

JAYASINGHE, C. et al. Phenolics composition and antioxidant activity of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). **Journal of agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 51, p. 4442-4449, 2003.

JOHANSSON, H. et al. Long-lasting antioxidant protection: A regenerable BHA analogue. **Journal of Organic Chemistry**, Washington, v. 75, p. 7535-7541, out. 2010.

JÓNSDOTTIR, r. et al. Flavor and quality characteristics of salted and desalted cod (*Gadusmorhua*) produced by different salting methods. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 59, p. 3893-3904, mar, 2011.

KIM, T. S.; DECKER, E. A.; LEE; J. Antioxidant capacities of α -tocopherol, trolox, ascorbic acid, and ascorbyl palmitate in riboflavin photosensitized oil-in-water emulsions. **Food Chemistry**, Easton, v. 133, p. 68-75, jan. 2012.

KOUR, K.; BANI, S. Chicoric acid regulates behavioral and biochemical alterations induced by chronic stress in experimental Swiss albino mice. **Pharmacology, Biochemistry and Behavior**, Fayetteville, v. 99, n. 3, p. 342-348, 2011.

KRUG, F. J.; SANTOS JUNIOR, D. Erros sistemáticos no preparo de amostras: O branco analítico. In: F. J. K. et al. **Métodos de preparo de amostras: fundamentos sobre preparo de amostras orgânicas e inorgânicas para análise elementar**. Piracicaba: Copiadora Luiz de Queiroz, primeira edição revisada, 2010. p. 13-16

KWEE, E.M.; NIEMEYER, E.D. Variations in phenolic composition and antioxidant properties among 15 basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars. **Food Chemistry**, Easton, v. 128, p. 1044-1050, 2011.

LEE, J.; SCAGEL, C. F. Chicoric acid found in basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves. **Food Chemistry**, Easton, v. 115, n. 2, p. 650-656, 2009.

LEONARDO, A. F. G. et al. Induced spawning of hatchery-raised Brazilian catfish, cachara *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 240, p. 451-461, 2004.

LEONARDO, A. F. G. et al. Occurrence and significance of ovarian and follicular regression in cachara *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766): a histology approach. **Brazilian archive of veterinary medicine and zootechny**, Belo Horizonte, v. 58, n. 5, p. 831-840, 2006.

LIMA, E. J. V. M. O.; SANT'ANA, L. S. Determinação de atividade de água, umidade e sal em peixes salgados e secos importados. Nota científica. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 14, n. 2, p. 125-129, 2011.

LIN, Y.; YAN, Y. Biosynthesis of caffeic acid in *Escherichia coli* using its endogenous hydroxylase complex. **Microbial Cell Factories**, Londres, v. 11, p. 1-9, 2012.

MACEDO-VIEGAS, E. M.; SOUZA, M. L. R. Pré-processamento e conservação do pescado produzido em piscicultura. In: J.E.P. et al. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. Campo Belo: TecArt, 2004. p.405-480.

- MARQUES, A.C.; VALENTE, T.B.; ROSA, C.S. Formação de toxinas durante o processamento de alimentos e as possíveis consequências para o organismo humano. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 283-293, 2009.
- MINAMI, K. et al. **A cultura do manjeriço**. Série produtor rural, n.36, Divisão de Biblioteca e Documentação, Piracicaba, 2006. p. 7-11.
- MURAKAMI, A. N. N. et al. Concentration of phenolic compounds in aqueous mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil) extract through nanofiltration. **Food Science and Technology**, Londres, v. 44, 2011.
- NAIR, S. et al. Pharmacogenomics of phenolic antioxidant butylated hydroxyanisole (BHA) in the small intestine and liver of Nrf2 knockout and C57BL/6J mice. **Pharmaceutical Research**, Nova Iorque, v. 23, n. 11, p. 2621-2637, 2006.
- NGUYEN, P. M.; NIEMEYER, E. D. Effects of nitrogen fertilization on the phenolic composition and antioxidant properties of basil (*Ocimum basilicum* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 56, p. 8685-8691, 2008.
- NUNES, M. L.; PEDRO, S. Tecnologias tradicionais: Salga do pescado. In: GONÇALVES et al. **Tecnologia do pescado: Ciência, tecnologia, inovação e legislação**. São Paulo: Atheneu, 2011. p. 156-165.
- OLIVEIRA, F.; AKISUE, G.; AKISUE, M. K. **Farmacognosia: Produção de drogas**. Atheneu, São Paulo, 1998. p. 5-22.
- ORDÓÑEZ, J. A. et al. Água. In: ORDÓÑEZ. **Tecnologia de alimentos volume 1: Componentes dos alimentos e processos**. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 21-32.
- ORDÓÑEZ, J. A. et al. Características gerais do pescado. In: ORDÓÑEZ. **Tecnologia de alimentos volume 2: Alimentos de origem animal**. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 219-230.
- ORDÓÑEZ, J. A. et al. Lipídeos. In: ORDÓÑEZ, J. A. et al. **Tecnologia de alimentos volume 1: Componentes dos alimentos e processos**. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 33-50.
- ORDÓÑEZ, J. A. et al. Produtos derivados da pesca. In: ORDÓÑEZ. **Tecnologia de alimentos volume 2: Alimentos de origem animal**. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 241-268.
- ORDÓÑEZ, J. A. et al. Vitaminas. In: ORDÓÑEZ, J. A. et al. **Tecnologia de alimentos volume 1: Componentes dos alimentos e processos**. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 81-102.
- OSAWA, C.C.; FELÍCIO, P.E.; GONÇALVES, L.A.G. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: Métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 655-663, fev., 2005.
- OTANI, F. S. **Isótopos estáveis e composição química de cacharas**. 2012. 62 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Centro de Aquicultura da UNESP – CAUNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2012.

- ÖZEN, B.Ö. et al. Effect of plant extracts on lipid oxidation during frozen storage of minced fish muscle. **International Journal of Food Science & Technology**, Oxford, v. 46, p. 724-731, 2011.
- PEDRO, S.; NUNES, M. L. Tecnologias tradicionais: Secagem do pescado. In: GONÇALVES et al. **Tecnologia do pescado: Ciência, tecnologia, inovação e legislação**. São Paulo: Atheneu, 2011. p. 148-155.
- PENGELLY, A. Phenols. In: PENGELLY, A. **The constituents of medicinal plants: an introduction to the chemistry and therapeutics of herbal medicine**. Wallingford: Cabi Publishing, segunda edição, 2004. p. 15-28.
- PETERSEN, M; SIMMONDS, M. S. J. Rosmarinic acid. **Phytochemistry**, Amsterdam, v. 62, n. 2, p. 121-125, 2003.
- PORTUGAL: Ministério da Agricultura, Pescas e Florestas. Decreto-Lei n. 25/2005, de 28 de janeiro de 2005. Define novas normas de comercialização para o bacalhau e espécies afins, salgados, verdes e secos. Diário da República. Lisboa, 28 jan. 2005 a. I Série A, n. 20, p. 696. Disponível em: <http://www.igp.pt/consulta_docs.php?Id=240>. Acesso em: 21 de jun. 2011.
- PRADO, F. D. et al. Detection of hybrids and genetic introgression in wild stocks on two catfish species (Siluriformes: Pimelodidae): The impact of hatcheries in Brazil. **Fisheries Research**, Nova Iorque, v. 125-126, p. 300-305, 2012.
- PRADO, F. D. et al. Molecular identification of hybrids between Neotropical catfish species *Pseudoplatystoma corruscans* and *Pseudoplatystoma reticulatum*. Short Communication. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 42, p. 1890-1894, 2011.
- PRATT, D. A.; TALLMAN, K. A.; PORTER, N. A. Free radical oxidation of polyunsaturated lipids: new mechanistic insights and the development of peroxy radical clocks. **Accounts of Chemical Research**, Washington, v. 44, n. 6, p. 458-467, jan., 2011.
- RAMALHOSA, M. J. et al. Lipid content of frozen fish: comparison of different extraction methods and variability during freezing storage. **Food Chemistry**, Easton, v. 131, p. 328-336, 2012.
- RAMOS FILHO, M. M. Perfil lipídico de quatro espécies de peixes da região pantaneira de Mato Grosso do Sul. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 2, p. 361-365, 2008.
- REGITANO-d'ARCE, M. A. B. Deterioração de lipídeos – ranço. In: OETTERER, M. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri: Manole. 2006. p. 243-299.
- REGITANO-d'ARCE, M. A. B. Química básica dos lipídeos – ranço. In: OETTERER, M. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri: Manole. 2006. p. 196-242.
- ROMAGOSA, E. Reproductive status in females of the Brazilian catfish, *Pseudoplatystoma fasciatum* reared in cages. **Journal of Applied Ichthyology**, Berlin, v. 26, p. 806-811, 2010.

ROQUE, N. F. Obtenção de substâncias orgânicas. In: ROQUE, N. F. **Substâncias orgânicas: Estrutura e propriedades**, São Paulo: Edusp. 2011. p. 235-268.

SANT'ANA, L. S.; DUCATTI, C.; RAMIRES, D. G. Seasonal variations in chemical composition and stable isotopes of farmed and wild Brazilian freshwater fish. **Food Chemistry**, Easton, v. 122, p. 74-77, 2010.

SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R. J. B.; SANTOS-SILVA, F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs II. Fatty acid composition of meat. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 77, p. 187-194, 2002.

SILVA, F.A.M.; BORGES, M.F.M.; FERREIRA, M.A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 94-103, 1998.

SIMOPOULOS, A. P. The importance of the Omega-6/Omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. **Experimental Biology and Medicine**, Maywood, v. 233, p. 674-688, 2008.

SOMOGYI, L. P. Direct food additives in fruit processing. In: SOMOGYI, L.; BARRET, D.; RAMASWAMY, H. **Processing fruits: Science and technology**. Nova Iorque: CRC Press, 2005. p. 285-338.

TAKEMOTO, E.; TEIXEIRA FILHO, J.; GODOY, H. T. Validação de metodologia para a determinação simultânea dos antioxidantes sintéticos em óleos vegetais, margarinas e gorduras hidrogenadas por CLAE/UV. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 5, p. 1189-1194, 2009.

TESTI, S. et al. Nutritional traits of dorsal and ventral fillets from three farmed fish species. **Food Chemistry**, Easton, v. 98, n. 1, p. 104-111, 2006.

TEUGELS, G. G. Taxonomy, phylogeny and biogeography of catfishes (Ostariophysi, Siluroidei): an overview. **Aquatic Living Resources**, Montrouge, v. 9, p. 9-34, 1996.

THORARINSDOTTIR, K. A. et al. The effects of salt-curing and salting procedures on the microstructure of cod (*Gadus morhua*) muscle. **Food Chemistry**, Londres, v. 126, p. 109-115, out. 2010.

TURAN, H.; SÖNMEZ, G.; KAYA, Y. Fatty acid profile and proximate composition of the thornback ray (*Raja clavata*, L. 1758) from the Sinop coast in the Black Sea. **Journal of Fisheries Science**, v. 1, n. 2, p. 97-103, 2007.

ULBRICHT, T. L.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **The Lancet**, Amsterdam, v. 338, p. 985-992, 1991.

ULU, H. Evaluation of three 2-thiobarbituric acid methods for the measurement of lipid oxidation in various meats and meat products. **Meat Science**, Barking, v. 67, p. 683-687, 2004.

VYNCKE, W. Direct determination of the TBA value in the trichloroacetic acid extract of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette-Seifen Anstrichmittel**, Weinheim, v. 72, n. 12, p. 1084-1087, 1970.

WANG, J. et al. Detection and comparison of reactive oxygen species (ROS) generated by chlorophyllin metal (Fe, Mg and Cu) complexes under ultrasonic and visible-light irradiation. **Ultrasonics Sonochemistry**, Oxford, v. 18, p. 1028-1034, 2011.

WARAHO, T.; McCLEMENTS, D. J., DECKER, E. A. Mechanisms of lipid oxidation in food dispersions. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 22, p. 3-13, 2011.

WEI, A., SHIBAMOTO, T. Antioxidant/Lipoxygenase inhibitory activities and chemical compositions of selected essential oils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 58, p. 7218-7225, 2010.

WONGMEKIAT, O.; GOMONCHAREONSIRI, S.; THEMPRASERT, K. Caffeic acid phenethyl ester protects against oxidative stress-related renal dysfunction in rats treated with cyclosporin A. **Fundamental and Clinical Pharmacology**, Paris, v. 25, p. 619-626, 2011.

ZUGARRAMURDI, A.; LUPÍN, H. M. A model to explain observed behavior on fish salting. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 45, n. 5, p. 1305-1311, 1980.

Anexo 1

Regressão polinomial na dessalga de bacalhau

Aw

Sem manjeriço

$$\text{Equação: } Y = 0,914X^2 + 3,74 \times 10^{-3}X - 4,682 \times 10^{-5}$$

Erro total = 0,0122

GL = 17

$R^2 = 0,8579$

R^2 ajustado = 0,8412

$p = 6,254 \times 10^{-8}$

Com manjeriço

$$\text{Equação: } Y = 0,905X^2 + 3,34 \times 10^{-3}X - 3,487 \times 10^{-5}$$

Erro total = 0,01864

GL = 18

$R^2 = 0,7462$

R^2 ajustado = 0,718

$p = 4,37 \times 10^{-6}$

Umidade

Sem manjeriço

$$\text{Equação: } Y = 0,001X^3 - 0,085X^2 + 2,189X + 61,492$$

Erro total = 2,008

GL = 16

$R^2 = 0,9177$

R^2 ajustado = 0,9023

$p = 0,9023$

Com manjeriço

$$\text{Equação: } Y = 65,116X^2 + 0,683X - 0,00841$$

Erro total = 2,612

GL = 17

$R^2 = 0,8223$

R^2 ajustado = 0,8014

$p = 4,19 \times 10^{-7}$

NaCl

Sem manjeriçã

$$\text{Equa\c{c}ão: } Y = 7,715X^2 - 0,39X + 0,00526$$

Erro total = 0,9048

GL = 17

$$R^2 = 0,9082$$

$$R^2 \text{ ajustado} = 0,8974$$

$$p = 1,531 \times 10^{-9}$$

Com manjeriçã

$$\text{Equa\c{c}ão: } Y = 9,35X^2 - 0,582X + 0,0089$$

Erro total = 3,094

GL = 18

$$R^2 = 0,5674$$

$$R^2 \text{ ajustado} = 0,5193$$

$$p = 5,309 \times 10^{-4}$$

SRATB

Sem manjeriçã

$$\text{Equa\c{c}ão: } Y = 0,053X^2 - 4,294 \times 10^{-3}X + 9,548 \times 10^{-6}$$

Erro total = 0,003762

GL = 2

$$R^2 = 0,9796$$

$$R^2 \text{ ajustado} = 0,9592$$

$$p = 0,0204$$

Com manjeriçã

$$\text{Equa\c{c}ão: } Y = 0,025X^2 - 1,309 \times 10^{-3}X + 2,964 \times 10^{-5}$$

Erro total = 0,009799

GL = 4

$$R^2 = 0,3962$$

$$R^2 \text{ ajustado} = 0,09423$$

$$p = 0,3646$$

Variações de NaCl

Sem manjeriçã

$$\text{Equa\c{c}ão: } Y = -803,446X^2 - 37,135X + 0,487$$

Erro total = 99,07

GL = 4

$R^2 = 0,923$

R^2 ajustado = 0,8845

$p = 0,005929$

Com manjeriçã

Equação: $Y = - 583,217X^2 - 60,836X + 0,9264$

Erro total = 394,2

GL = 4

$R^2 = 0,574$

R^2 ajustado = 0,3609

$p = 0,1815$

Porcentagem de ganho de peso

Sem manjeriçã

Equação: $Y = 5,402X^2 + 1,1573X - 0,0178$

Erro total = 2,005

GL = 17

$R^2 = 0,9282$

R^2 ajustado = 0,9197

$p = 1,901 \times 10^{-10}$

Com manjeriçã

Equação: $Y = 8,616X^2 + 0,776X - 0,0091$

Erro total = 3,554

GL = 18

$R^2 = 0,7788$

R^2 ajustado = 0,7543

$p = 1,265 \times 10^{-6}$

Absorção de água

Sem manjeriçã

Equação: $Y = 0,05X^2 + 2,785 \times 10^{-3}X + 7,022 \times 10^{-6}$

Erro total = 0,003713

GL = 3

$R^2 = 0,8247$

R^2 ajustado = 0,7079

$p = 0,07338$

Com manjeriçã

Equação: $Y = 0,026X^2 + 8,156 \times 10^{-3}X - 3,967 \times 10^{-5}$

Erro total = 0,01153

GL = 4

$R^2 = 0,7761$

R^2 ajustado = 0,6642

$p = 0,05013$

Regressão polinomial na salga do pintachara

Aw

Sem manjeriçã

Equação: $Y = 0,978X^2 - 3,881 \times 10^{-3}X + 6,251 \times 10^{-5}$

Erro total = 0,02665

GL = 12

$R^2 = 0,4431$

R^2 ajustado = 0,3503

$p = 0,02982$

Com manjeriçã

Equação: $0,946X^2 - 1,108 \times 10^{-3}X - 1,155 \times 10^{-5}$

Erro total = 0,02181

GL = 12

$R^2 = 0,2105$

R^2 ajustado = 0,0789

$p = 0,2422$

Umidade

Sem manjeriçã

Equação: $Y = 72,495X^2 - 0,4169X + 0,0056$

Erro total = 2,848

GL = 12

$R^2 = 0,5744$

R^2 ajustado = 0,5034

$$p = 0,005947$$

Com manjerição

$$\text{Equação: } Y = 70,663X^2 - 0,3088X + 0,00383$$

$$\text{Erro total} = 4,03$$

$$GL = 12$$

$$R^2 = 0,3013$$

$$R^2 \text{ ajustado} = 0,1848$$

$$p = 0,1164$$

NaCl

Sem manjerição

$$\text{Equação: } Y = 6,626X^2 + 5,496 \times 10^{-3}X - 9,883 \times 10^{-5}$$

$$\text{Erro total} = 2,441$$

$$GL = 12$$

$$R^2 = 0,2579$$

$$R^2 \text{ ajustado} = 0,1342$$

$$p = 0,167$$

Com manjerição

$$\text{Equação: } Y = 2,774X^2 + 0,0689X - 0,0007$$

$$\text{Erro total} = 0,8583$$

$$GL = 12$$

$$R^2 = 0,413$$

$$R^2 \text{ ajustado} = 0,3151$$

$$p = 0,04092$$

SRATB

Sem manjerição

$$\text{Equação: } Y = 0,042X^2 + 5,496 \times 10^{-3}X - 9,883 \times 10^{-5}$$

$$\text{Erro total} = 0,02812$$

$$GL = 12$$

$$R^2 = 0,5279$$

$$R^2 \text{ ajustado} = 0,4493$$

$$p = 0,01107$$

Com manjerição

$$\text{Equação: } Y = 0,0462X^2 + 2,609 \times 10^{-3}X - 3,533 \times 10^{-5}$$

$$\text{Erro total} = 0,03206$$

$$\text{GL} = 12$$

$$R^2 = 0,283$$

$$R^2 \text{ ajustado} = 0,1635$$

$$p = 0,1359$$