



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

Nataly da Silva Alves

**ESTUDO DO ACONDICIONAMENTO DE TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*) EM
EMBALAGEM COM ATMOSFERA MODIFICADA**

JOÃO PESSOA

2018

NATALY DA SILVA ALVES

**ESTUDO DO ACONDICIONAMENTO DE TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*) EM
EMBALAGEM COM ATMOSFERA MODIFICADA**

Trabalho de Conclusão de Curso que apresenta à Coordenação do Curso Engenharia de Alimentos do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheira de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Yuri Montenegro Ishihara

JOÃO PESSOA

2018

A474e Alves, Nataly da Silva.

Estudo do acondicionamento de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em embalagem com atmosfera modificada / Nataly da Silva Alves. - João Pessoa, 2018.

40 f. : il.

Orientação: Yuri Montenegro Ishihara.
Monografia (Graduação) - UFPB/CT.

1. Atmosfera modificada. 2. Embalagem. 3. Tilápia. I. Ishihara, Yuri Montenegro. II. Título.

UFPB/BC

NATALY DA SILVA ALVES

**ESTUDO DO ACONDICIONAMENTO DE TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*) EM
EMBALAGEM COM ATMOSFERA MODIFICADA**

Trabalho de Conclusão de Curso que apresenta à Coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheira de Alimentos.

Data:

Resultado:

Banca Examinadora

Profa. Dra. Yuri Montenegro Ishihara
(Orientadora)

Prof. Dr. Geraldo Dantas Silvestre Filho
(Examinador)

Prof. Dr. Ânoar Abbas El-Aouar
(Examinador)

JOÃO PESSOA

2018

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Solange e Luiz Alberto, e minha irmã, Rafaely, que nunca mediram esforços para me incentivar e apoiar durante a graduação, principalmente com a mudança de Recife para João Pessoa.

À toda minha família, principalmente minha tia Zuleide e meu avô Luiz Rodrigues (*in memoriam*) por entenderem as ausências e mesmo assim, apoiarem e torcerem por mim.

Ao meu noivo, Adriano, pelo amor, paciência, amizade, companheirismo, compreensão e pelas palavras de incentivo, por sempre estar ao meu lado e nunca me deixar desistir.

Aos amigos Valter Souto, Elizama Rosa, Alessandra Cruz, Samylla Alencar, Joanda Freitas, Rennan Correia, Vitor Campos e Júlia Ferreira pela amizade, bons momentos e apertos durante a graduação. À Jéssica Brito, pela amizade e por todo apoio recém chegada em João Pessoa.

À minha orientadora Profa. Dra. Yuri Montenegro Ishihara, por todas as oportunidades, ensinamentos e compreensão. Muito obrigada por confiar e ter aceitado o desafio de me orientar mesmo que à distância. Aos professores Dr. Geraldo Dantas Silvestre Filho e Dr. Ânoar Abbas El-Aouar por participarem da banca. Sempre os considerarei como referência pessoal e profissional.

Aos engenheiros Douglas Duleba, João Henrique Marques e Sterfan Martins, pela oportunidade de crescimento profissional, pelos desafios e por sempre me tirarem da zona de conforto. Ao Pedro Generino pela oportunidade de estágio.

À minha amiga, Patrícia Albuquerque, por todo apoio, por acreditar em meu potencial e pelas boas risadas.

Aos envolvidos com a linha de produtos frescos, principalmente Pedro Melo, Edneuza Cristina, Daniele Fernandes, Érinna Santos e Fernando pela troca de experiências e intensa colaboração nesse estudo.

À equipe Qualimáticos (Ingrid Oliveira, Priscila França, Rosângela Pinheiro, Jefferson) pelos momentos alegres, difíceis e de tensão durante o trabalho.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para esse estudo e para minha formação pessoal e profissional.

*“Que nada nos defina.
Que nada nos sujeite.
Que a liberdade seja a nossa própria substância.”*

(Simone de Beauvoir)

RESUMO

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é a principal espécie cultivada no Brasil e o seu filé tem ampla aceitação dos consumidores que buscam peixes frescos. As reações químicas, enzimáticas e microbiológicas que ocorrem no músculo, aliadas à presença de oxigênio e temperatura ambiente, tornam o peixe altamente perecível. A embalagem em atmosfera modificada é um método de conservação de alimentos que proporciona aumento da validade comercial e facilita a comercialização de produtos. Deste modo, a indústria pesqueira brasileira passou a atender essa demanda de consumo, inserindo no mercado filés de tilápia embalados em atmosfera modificada. O trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre o emprego da embalagem em atmosfera modificada em tilápia, determinando os princípios da tecnologia, analisando seus efeitos na qualidade sensorial de pescados e descrevendo o beneficiamento numa empresa processadora. A tecnologia da embalagem em atmosfera modificada consiste no envase de alimentos com substituição da atmosfera natural por uma mistura de gases de composição conhecida, tendo por finalidade diminuir as perdas de qualidade e aumentar a vida de prateleira dos produtos. Os principais gases utilizados são dióxido de carbono, nitrogênio e oxigênio. Estudos recentes mostram que o acondicionamento de filés de tilápia em atmosfera com composição de 40-60% CO₂ / 40-60% N₂ é propício para aumentar a validade comercial dos filés estocados em temperaturas de 0 a 5 °C. No entanto, é preciso fazer uso de almofadas absorventes para reter o exsudado, controlar a temperatura durante estocagem, distribuição e comercialização e analisar a variação de cor dos filés durante a estocagem.

Palavras-chave: Atmosfera modificada; Embalagem; Tilápia.

ABSTRACT

Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) is the main species cultivated in Brazil and its fillet has wide acceptance of consumers seeking fresh fish. The chemical, enzymatic and microbiological reactions that occur in its muscles, allied to the presence of oxygen and room temperature, make the fish highly perishable. Modified Atmosphere Packaging is a food preservation method that provides increased shelf life, aiding the commercialization of products. In this way, the Brazilian fishing industry began to meet the consumption demand, by offering the fillet of tilapia packaged in modified atmosphere. The objective of this work was to carry out a literature review on the use of modified atmosphere packaging in tilapia, determining the principles of technology, analyzing its effects on the sensorial quality of fish and describing the process in a processing company. The modified atmosphere packaging technology consists of the packaging of food with replacement of the natural atmosphere by a mixture of gases of known composition, with the purpose of reducing the quality losses and increasing the shelf life of the products. The main gases used are carbon dioxide, nitrogen and oxygen. Recent studies show that the packing of tilapia fillets in the atmosphere with composition of 40-60% CO₂ / 40-60% N₂ is conducive to increase its shelf life when stored at temperature range from 0 to 5 °C. However, absorbent pads must be used to retain the exudate, to control the temperature during storage, distribution and commercialization, and to analyze the color variation of the fillets during storage.

Key-words: Modified atmosphere; Packaging; Tilapia.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Esquema de equipamento flow pack horizontal (HFFS)	20
Figura 2 - Esquema de equipamento flow pack vertical (VFFS).....	20
Figura 3 - Esquema de máquina termoformadora	22
Figura 4 - Tilápia do nilo.....	23
Figura 5 - Marcas de filé de peixe em ATM no mercado nacional.....	26
Figura 6 - Esquema de dissolução de CO ₂ em filé de peixe e liberação de exsudado.	29
Figura 7 - Descoloração de filés de tilápia em atmosfera modificada com altas concentrações de CO ₂ , em 0, 14 e 21 dias de estocagem, respectivamente.....	29
Figura 8 - Equipamentos utilizados no beneficiamento da tilápia; (a) túnel de lavagem de peixe em esteira; (b) descamador rotativo; (c) máquina para remoção de pele de peixe.	31
Figura 9 - Filetagem de tilápia.	31
Figura 10 – Toailete para retirada de espinhas e padronização do filé; (a)(b)(c) indicação das aparas dorsal e ventral e do corte em “v” (d) filé antes do toailete; (e) filé padronizado.	32
Figura 11 - Filés de tilápia embandejados	32
Figura 12 - Produto final: filé de tilápia em EAM.	33
Figura 13 - Fluxograma do beneficiamento de filés de tilápia em EAM.....	34
Figura 14 - Descrição geral da máquina termoformadora.	35
Figura 15 – (a) bandeja com canto de abertura fácil (<i>easy open</i>); (b) área de alimentação da máquina.....	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AM	Atmosfera modificada
ATM	Atmosfera modificada
APPCC	Análise de perigos e pontos críticos de controle
BPF	Boas práticas de fabricação
CMS	Carne mecanicamente separada
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
EAM	Embalagem em atmosfera modificada
EMPASA	Empresa Paraibana de Abastecimento e Serviços Agrícolas
EVOH	Etileno-álcool vinílico
FDA	<i>Food and Drugs Administration</i>
PA	Poliamida
PEAD	Polietileno de alta densidade
PEBD	Polietileno de baixa densidade
PET	Polietileno tereftalato
PP	Polipropileno
PPHO	Procedimentos padrões de higiene operacional
PS	Poliestireno
PVC	Polivinilcloreto
PVDC	Policloreto de vinilideno
SBSF	Submédio e Baixo São Francisco
SIF	Serviço de Inspeção Federal

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS.....	13
2.1 OBJETIVO GERAL	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3 METODOLOGIA.....	14
4 EMBALAGEM EM ATMOSFERA MODIFICADA	15
4.1 GASES USADOS	16
4.2 EMBALAGENS.....	17
4.3 EQUIPAMENTOS PARA ACONDICIONAMENTO	19
5 TILÁPIA.....	23
5.1 TILAPICULTURA	24
5.2 MERCADO NACIONAL.....	26
5.3 EFEITOS DA EAM NA QUALIDADE DE PEIXES	27
5.4 BENEFICIAMENTO DE FILÉS DE TILÁPIA EM EAM NUMA EMPRESA PROCESSADORA DE PESCADO	30
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
REFERÊNCIAS.....	38

1 INTRODUÇÃO

Os consumidores buscam peixes frescos, mas nem sempre é possível oferecer em toda rede varejista devido à logística e infraestrutura (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PISCICULTURA, 2018). Dependendo de diversos fatores, especialmente da carga microbiana inicial e da temperatura de armazenamento, a vida de prateleira do peixe refrigerado pode ser estabelecida em torno de 2 a 5 dias, tempo suficiente apenas para a distribuição local do produto (LOPES et al., 2004). Essa é uma grande oportunidade para a indústria oferecer pescado fresco em bandejas com atmosfera modificada.

A embalagem com atmosfera modificada (EAM) tem sido amplamente utilizada como uma maneira eficaz de preservar alimentos. Produtos frescos, carne e produtos cárneos, pescados e laticínios podem se beneficiar de atmosferas modificadas, as quais são geralmente obtidas pela redução de oxigênio e aumento de dióxido de carbono, dentro de limites definidos pelas tolerâncias dos produtos (BOZ et al., 2018).

A EAM aumenta a validade comercial de produtos alimentícios, mantendo a qualidade dos mesmos, reduz desperdícios e diminui a necessidade do uso de aditivos. O efeito bacteriostático deve-se à ação do CO₂, que retarda o desenvolvimento de microrganismos patogênicos e deteriorantes, e à redução e/ou remoção do O₂, o qual promove várias reações de deterioração em alimentos, incluindo oxidação lipídica, alterações na cor e crescimento de bactérias aeróbicas.

O Brasil está entre os quatro maiores produtores mundiais de tilápia, atrás somente de China, Indonésia e Egito, com previsão de produção de 500 mil toneladas de tilápia em 2020 (INTRAFISH, 2018). O peixe é comercializado principalmente sob a forma de filés, uma vez que possui características sensoriais de grande aceitação pelo consumidor (GONÇALVES, 2011).

A melhoria na qualidade e oferta de filés de tilápia frescos poderia contribuir com um aumento em seu consumo, trazendo benefícios ao consumidor como fonte de proteínas e baixo teor lipídico (ARAÚJO, 2014).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Descrever os principais aspectos tecnológicos relacionados à utilização de embalagem em atmosfera modificada (EAM) aplicados à tilápia (*Oreochromis niloticus*).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Revisar os princípios e aplicações de embalagem EAM em alimentos;
- Revisar os efeitos do uso de EAM na qualidade sensorial de pescados;
- Descrever o beneficiamento de filés de tilápia em EAM numa unidade de beneficiamento de pescados e produtos de pescados.

3 METODOLOGIA

Para a estruturação desse estudo, que trata da caracterização do acondicionamento de filés de tilápia em embalagem com atmosfera modificada, foi realizada uma pesquisa bibliográfica acerca dos tópicos relevantes à tecnologia da EAM. Então, se fez uma revisão de literatura que abordasse o uso de EAM e seus efeitos em alimentos, com ênfase em peixes, mais notadamente na tilápia.

Com o estudo geral da temática abordada, foi realizada uma pesquisa descritiva do processamento de filé de tilápia fresco embalado em atmosfera modificada em uma unidade de beneficiamento de pescados e produtos de pescados, situado no município de Jaboatão dos Guararapes – PE. A indústria é responsável pelo processamento de 10 toneladas de tilápia (*Oreochromis niloticus*) por dia, sendo a matéria-prima proveniente dos estados de Pernambuco e Bahia (Região do São Francisco). Esta pesquisa foi realizada durante os meses de janeiro a abril de 2018, dentro da rotina de trabalho vivenciada pela autora na empresa.

4 EMBALAGEM EM ATMOSFERA MODIFICADA

A técnica de embalagem em atmosfera modificada consiste no envase de alimentos com substituição da atmosfera natural que o rodeia por uma mistura de gases de composição conhecida, tendo como objetivo a diminuição das alterações físico-químicas, microbiológicas e sensoriais que ocasionam perda da qualidade e menor validade comercial do produto (STAMMEN et al., 1990; SIVERTSVIK; JEKSRUD; ROSNES, 2002).

A EAM destaca-se como um método de conservação bastante promissor, podendo ser utilizado para estender a vida de prateleira pelo controle das reações químicas, enzimáticas e microbiológicas durante o armazenamento (CUNHA et al., 2013).

Há duas formas de se modificar a atmosfera: a EAM passiva e a EAM ativa. Na primeira, o produto é embalado com ar normal (78% N₂, 21% O₂, 0,03% CO₂), sendo a embalagem selada com um filme permeável. A atmosfera no interior da embalagem vai alterar-se devido à respiração do produto (consumo de O₂ e produção de CO₂). Já a EAM ativa, uma mistura de gases de concentração conhecida é injetada dentro da embalagem, antes da selagem. A mistura é escolhida de acordo com o produto a fim de se manter as características de qualidade e retardar o desenvolvimento dos micro-organismos responsáveis pela degradação (SANTOS; OLIVEIRA, 2012).

A EAM aumenta a validade comercial de produtos alimentícios, mantendo a qualidade dos mesmos, reduz desperdícios e diminui a necessidade do uso de aditivos. Esta tecnologia pode ser utilizada em diversos alimentos, como: carnes cruas, cozidas, curadas e processadas; pescados; massas frescas; produtos de panificação; bebidas; refeições prontas e alimentos secos.

Para que ocorra um aumento efetivo da vida útil do produto, em condições seguras, a aplicação da tecnologia de acondicionamento em embalagens com atmosfera modificada (AM) depende da otimização do sistema, que está associado a cinco parâmetros críticos (SARANTÓPOULOS; SOLER, 1988 *apud* BEDENDI, 2003):

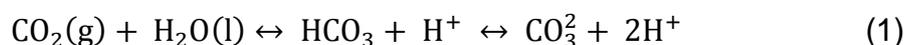
- Natureza e qualidade inicial do produto;
- Adequação da mistura gasosa em relação ao produto e à embalagem;
- Controle rigoroso da temperatura de estocagem, distribuição e comercialização;

- Propriedades da embalagem;
- Equipamento de acondicionamento eficiente.

4.1 GASES USADOS

Os principais gases utilizados na EAM são o dióxido de carbono (CO₂), o nitrogênio (N₂) e o oxigênio (O₂). O dióxido de carbono é um gás incolor muito importante para a EAM, devido às suas propriedades bacteriostáticas e fungistáticas. O CO₂ é muito solúvel em água e sua dissolução depende do teor de água e gordura do alimento e da pressão parcial do gás na atmosfera (ARVANITOYANNIS, 2012; SANDHYA, 2010; MANTILLA et al., 2010).

O dióxido de carbono é mais efetivo a baixas temperaturas, uma vez que a solubilidade aumenta consideravelmente com a diminuição da temperatura. A solubilidade em água a 0°C e 1atm é de 3,38g CO₂/kg H₂O, já a 20 °C, reduz para 1,73g CO₂/kg H₂O. A solubilidade do CO₂ em alimentos ocorre (KNOCHE, 1980 *apud* SIVERTSVIK; JEKSRUD; ROSNES, 2002) de acordo com a equação (1). No entanto, para pH abaixo de 8, o que é típico de pescados, a concentração dos íons carbonato são negligenciadas (DIXON; KELL, 1989 *apud* SIVERTSVIK; JEKSRUD; ROSNES, 2002) (Equação 2). O gás se dissolve rapidamente em água e produz o ácido carbônico (H₂CO₃), acidificando o meio e reduzindo o pH, o que consequentemente interfere na capacidade de retenção de água pelas proteínas e provoca uma maior liberação de exsudados (SIVERTSVIK; JEKSRUD; ROSNES, 2002).



A alta solubilidade do CO₂ pode resultar em colapso da embalagem devido à alteração no espaço livre, deixando o produto com certa aparência de embalado à vácuo (SANDHYA, 2010; SIVERTSVIK; JEKSRUD; ROSNES, 2002).

O oxigênio é um gás incolor e inodoro, altamente reativo e que apresenta baixa solubilidade em água. Ele promove várias reações de deterioração em alimentos, incluindo oxidação lipídica, alterações na cor e crescimento de bactérias

aeróbicas. Portanto, a maioria dos alimentos embalados em atmosfera modificada requer baixa concentração de oxigênio residual para aumentar o prazo de validade dos mesmos. As exceções ocorrem com frutas e vegetais, para respiração, e em carnes vermelhas e peixes magros, para manter a coloração desejável pelos consumidores. (SANDHYA, 2010; BLAKISTONE, 1998; ARVANITTOYANNIS, 2012).

O nitrogênio é um gás inerte, utilizado na EAM e outras embalagens de alimentos para preencher o espaço livre da embalagem. Devido à sua baixa solubilidade em água e gordura, ele pode ser usado para prevenir o colapso da embalagem, incluindo N₂ suficiente na mistura gasosa para balancear o volume de CO₂ que será absorvido pelo produto (SANDHYA, 2010; BLAKISTONE, 1998).

Geralmente são utilizadas misturas de dois ou três gases. A mistura ideal depende do tipo de alimento e do principal mecanismo de deterioração. Em geral, carnes e pescados requerem atmosferas com altas concentrações de CO₂, limitando esse nível pelos efeitos de alteração sensorial e colapso da embalagem. A composição gasosa típica nessa situação é de 30% a 60% de CO₂ e 40% a 70% de N₂. Nos produtos susceptíveis à rancidez, a mistura gasosa não deve conter O₂, enquanto que para os produtos que respiram (frutos e vegetais), a concentração de O₂ não deve ser inferior a 5% (MANTILLA et al., 2010; BEDENDI, 2003; SIVERTSVIK; JEKSRUD; ROSNES, 2002).

4.2 EMBALAGENS

Embalagens para alimentos têm por finalidade proteger os produtos contra deterioração, conter o produto e prover as informações necessárias ao consumidor. A embalagem para atmosfera modificada deve ter a capacidade de agir como barreira ao ar atmosférico, durante o maior período de tempo possível (MCMILLIN, 2008). A taxa de permeabilidade aos gases da embalagem e o volume do espaço livre são fatores associados à quantidade de gás necessária para a inibição microbiana. Quanto menor a taxa de permeabilidade e maior a relação volume do espaço-livre da embalagem/quilo de produto, maior poderá ser a vida útil do produto (SARANTÓPOULOS; SOLER, 1988 *apud* BEDENDI, 2003).

A permeabilidade dos gases através do filme influencia a composição da atmosfera que se desenvolve. A taxa de permeabilidade aos gases deve ser definida em função de: tamanho da embalagem, volume do espaço-livre, temperatura de

acondicionamento, vida útil desejada e tipo de alimento (BLAKISTONE, 1998; BEDENDI, 2003). Alimentos que não respiram, como carnes e derivados, devem ser embalados com filmes de baixa permeabilidade aos gases, enquanto aqueles que respiram, como frutas e vegetais, com filmes que possibilitem a troca gasosa (MANTILLA et al, 2010).

Os materiais utilizados nas embalagens também devem apresentar resistência à perfuração e no caso de bandeja rígida, os cantos devem ser arredondados para evitar danos. A selagem da embalagem também precisa ser eficiente para preservar a integridade da atmosfera gasosa até a utilização pelo consumidor (BEDENDI, 2003). A estrutura da embalagem normalmente é constituída por um ou vários filmes poliméricos. Os mais utilizados na confecção das embalagens para EAM são:

- Polietileno de baixa densidade (PEBD);
- Polietileno de alta densidade (PEAD);
- Polietileno tereftalato (PET);
- Etileno-álcool vinílico (EVOH);
- Polipropileno (PP);
- Polivinilcloreto (PVC);
- Policloreto de vinilideno (PVDC);
- Poliestireno (PS);
- Poliamida (PA) ou nylon.

As embalagens podem ter os formatos de: sacos, pacotes ou bandejas. Estas podem ser pré-fabricadas ou termoformadas no momento da embalagem.

As extremidades das embalagens são estruturas perfiladas que requerem meios mecânicos de abertura ou que sejam projetadas com meios para facilitar a sua abertura pelos consumidores. As embalagens com um ponto de abertura fácil (*easy open point*) foram introduzidas em meados da década de 1960 e, desde então, uma ampla variedade de produtos possui esse recurso. Essa facilidade não é apenas importante para quesitos de conveniência, mas é essencial para os idosos e pessoas com deficiência (MORRIS; DARBY, 2009).

4.3 EQUIPAMENTOS PARA ACONDICIONAMENTO

Devido aos avanços obtidos com o passar dos anos, a fabricação de máquinas e equipamentos para a utilização de EAM se tornou mais barata, segura, eficiente e precisa (ARVANITOYANNIS, 2012). A otimização do processo deve levar em conta o nível de saída do produto e de injeção da mistura gasosa, além de parâmetros de selagem, a fim de se obter uma modificação eficiente da atmosfera no interior da embalagem e selagens herméticas que não permitam trocas gasosas (BEDENDI, 2003).

Os equipamentos podem ser divididos de acordo com o sistema de injeção do gás: sistema de fluxo de gás (gas flushing) ou sistema de vácuo compensado.

SISTEMA DE FLUXO DE GÁS

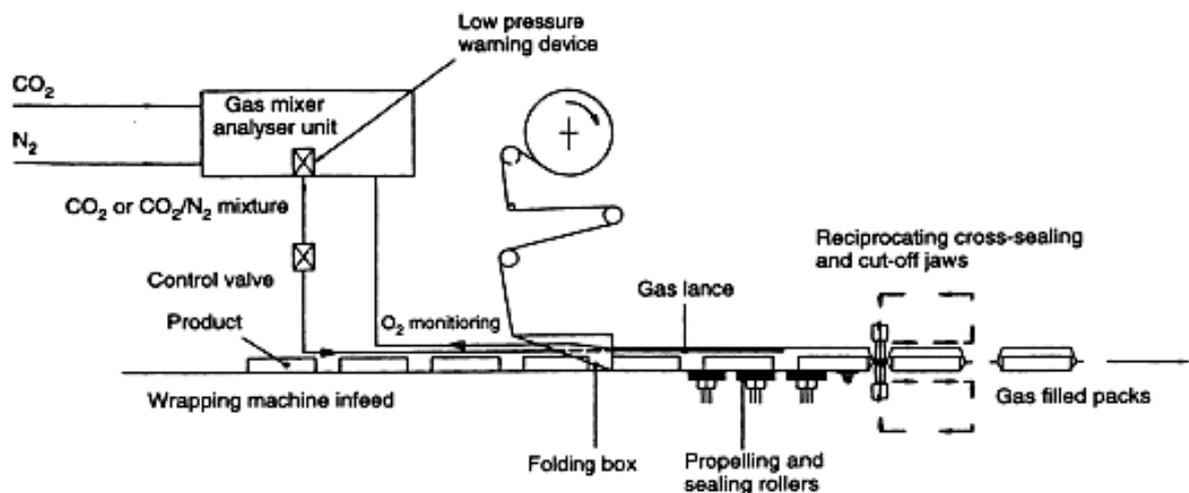
Nesta técnica o ar de dentro da embalagem é substituído por um fluxo contínuo da mistura gasosa desejada, que dilui o ar ao redor do produto, antes da embalagem ser termosselada. A grande vantagem dessa técnica é a velocidade dos equipamentos, como os que formam sacos, enchem e fecham na horizontal, visto que a operação é contínua. Por outro lado, a desvantagem é o limite de eficiência, pois o teor de O₂ residual, logo após o acondicionamento, é de 2 a 5%. Isto ocorre porque a substituição do ar na embalagem é efetuada pela diluição (BEDENDI, 2003; BLAKISTONE, 1998).

Equipamentos *flow pack*

Esses equipamentos formam embalagens tipo sacos partindo de uma bobina do material de embalagem. O produto fica disposto em bandejas e é alimentado dentro de um tubo formado na horizontal ou vertical com a termosselagem longitudinal do material de embalagem. O tubo é posteriormente termosselado na transversal e cortado nas laterais da embalagem. A modificação da atmosfera é feita por um fluxo de gás no tubo de filme formado após a soldagem longitudinal e antes da soldagem transversal. Esse tipo de equipamento é versátil, de alto custo e de média a alta produtividade (40 a 150 embalagens/minuto). As máquinas da categoria *flow-pack* são dispostos na horizontal (HFFS - Horizontal Form Fill Seal) (Figura 1) ou vertical (VFFS - Vertical Form Fill Seal) (Figura 2) (BEDENDI, 2003; BLAKISTONE, 1998).

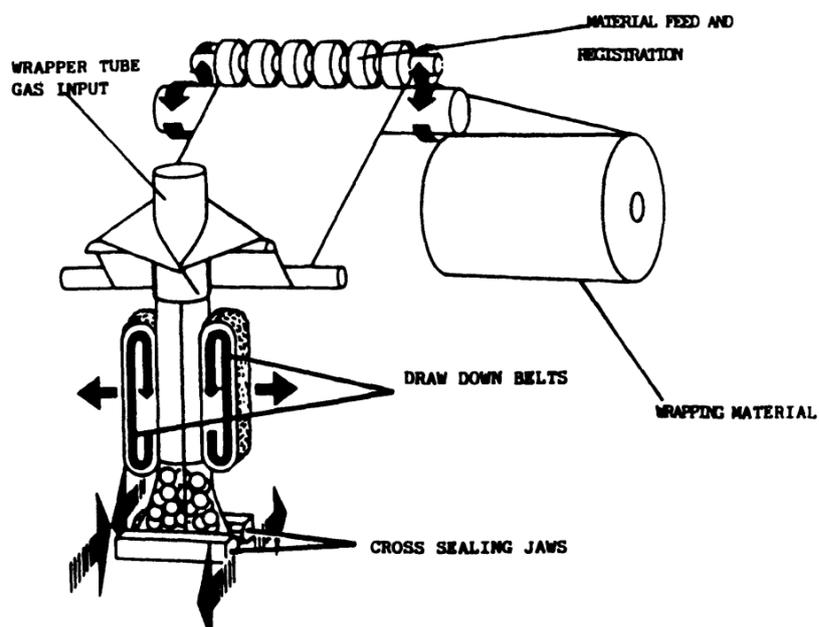
A termoselagem pode ser definida como um método de fechamento de embalagens através da utilização de materiais termoplásticos que, pela adição de energia térmica, sofre um processo de vedação/selagem devido à elevação da temperatura. São necessários a transferência de energia térmica, para causar o amolecimento do filme (material termoplástico); a aplicação de pressão, para que ocorra o contato entre as superfícies da embalagem e do filme, e o tempo, para permitir a transferência de calor entre as moléculas (MORRIS; BARRY, 2009).

Figura 1 - Esquema de equipamento flow pack horizontal (HFFS)



Fonte: Blakistone, 1998.

Figura 2 - Esquema de equipamento flow pack vertical (VFFS).



Fonte: Blakistone, 1998.

SISTEMA DE VÁCUO COMPENSADO

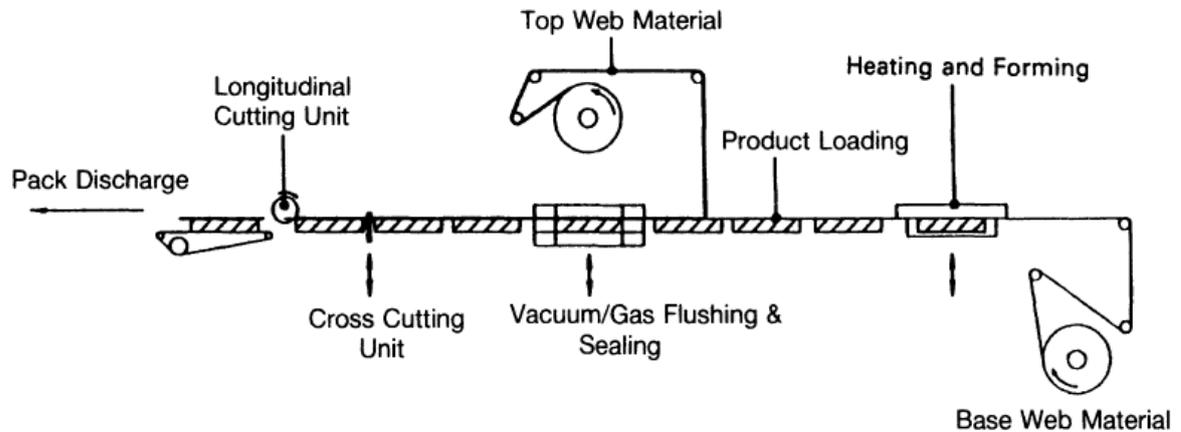
Nesta técnica o ar é extraído do interior da embalagem por um processo de vácuo e, em seguida a pressão é reconstituída com a injeção da mistura gasosa desejada. Como o processo envolve duas etapas, a velocidade dos equipamentos que utilizam esta técnica é menor que os de fluxo de gás. Entretanto, este processo apresenta maior eficiência na remoção do O₂ a níveis residuais menores que 1%. Os equipamentos com sistema de vácuo compensado são: as câmaras de vácuo e as termoformadoras (BEDENDI, 2003; MANTILLA, 2010).

Máquinas Termoformadoras

Esses equipamentos produzem embalagens que consistem de uma bandeja plástica rígida, termoformada, fechada hermeticamente pela termosselagem de uma tampa flexível. Os estágios desse equipamento são: alimentação dos materiais de embalagem (chapa para a bandeja e filme para a tampa), termoformação da bandeja, alimentação do produto na bandeja, evacuação, injeção da mistura gasosa e termosselagem da tampa na bandeja, corte transversal, corte longitudinal e descarregamento das embalagens (Figura 3). Este tipo de equipamento não é versátil em termos de tamanho e configuração de embalagens, uma vez que envolve a troca de moldes de termoformação. Podem apresentar desde baixa até alta produtividade (10 a 90 embalagens/minuto) e apresentam alto custo (BEDENDI, 2003; BLAKISTONE, 1998).

A termoformação consiste no aquecimento de um material termoplástico plano semiacabado até que a temperatura de formação seja alcançada, e subsequentemente a forma desejada seja obtida por meio da diferença de pressão e conformação mecânica através de um molde específico pré-fabricado. Os moldes podem ser cambiáveis de acordo com a necessidade de tamanhos e formas da embalagem (ENGELMANN; SALMANG, 2012).

Figura 3 - Esquema de máquina termoformadora



Fonte: Blakistone, 1998.

Equipamentos com câmaras de vácuo

Esses equipamentos usam sacos com ou sem bandejas pré-formadas, as quais acondicionam o produto. As embalagens são dispostas manualmente no interior da câmara, inserindo-se o bico de injeção no interior da embalagem. O ar de toda a câmara, inclusive o de dentro da embalagem, é extraído por vácuo e a mistura gasosa é injetada equalizando a pressão no interior da embalagem. As embalagens são fechadas por um sistema de termosselagem por impulso elétrico. Esse tipo de equipamento é versátil, de baixo custo e de baixa produtividade (1 a 16 embalagens/minuto) (BEDENDI, 2003; BLAKISTONE, 1998).

5 TILÁPIA

A tilápia é uma espécie tropical que foi introduzida nos países em desenvolvimento e cultivada em nível de subsistência para atender às necessidades locais de proteína. Com o avanço nas técnicas de produção, a espécie ganhou destaque nos principais mercados pesqueiros desses países (FAO, 2017).

A tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) é originária do continente africano e foi introduzida nos reservatórios do nordeste no início da década de 1970 pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), difundindo-se para o restante do país (VIDAL, 2016). O peixe apresenta listras verticais na nadadeira caudal, coloração metálica, corpo alto e curto e cauda pequena (ARAUJO, 2014) (Figura 4).

Figura 4 - Tilápia do nilo.



Fonte: autora (2018).

A criação de tilápia é realizada principalmente por cultivo intensivo em tanques-rede dentro dos reservatórios. A espécie apresenta fácil adaptação às diversas condições de cultivo; ciclo de engorda relativamente curto; aceitação a uma ampla variedade de alimentos e rusticidade (resistências a doenças, altas densidades de povoamento e baixo teor de oxigênio dissolvido) (VIDAL, 2016).

A composição centesimal da tilápia do nilo apresenta 19,3% de proteínas, 4,9% de lipídeos e 2,0% de cinzas, sendo classificada na categoria A de peixes magros, os quais apresenta, teor de gordura abaixo de 5% (SALES; MAIA, 2012 *apud* ARAÚJO, 2014). Comercialmente, destaca-se principalmente na forma de filé, uma vez que este possui características sensoriais de grande aceitação pelo consumidor: carne branca, odor e sabor suaves e sem espinhas (GONÇALVES, 2011; EMBRAPA, 2018).

5.1 TILAPICULTURA

A tilápia é a mais importante espécie de peixes cultivados do Brasil, liderando em termos de volume e produção. Em 2017 representou 51% da produção total da piscicultura nacional, totalizando 357 mil toneladas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PISCICULTURA, 2018). Esse volume de produção, colocou o Brasil entre os quatro maiores produtores mundiais de tilápia, atrás de China, Indonésia e Egito, com previsão de produção de 500 mil toneladas de tilápia em 2020 (INTRAFISH, 2018).

A região sul do Brasil destaca-se no cultivo da espécie, principalmente nos estados do Paraná e Santa Catarina. Na região nordeste, o maior polo de produção se encontrava no Ceará até 2015. No entanto, a falta de chuva e a redução do volume de água nos açudes em níveis alarmantes fizeram com que vários reservatórios secassem e os produtores migrassem seus projetos para o Rio Parnaíba (Piauí) e o Rio São Francisco (Bahia e Pernambuco), influenciando o aumento de produção nesses estados (Tabela 1) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PISCICULTURA, 2018; VIDAL, 2016).

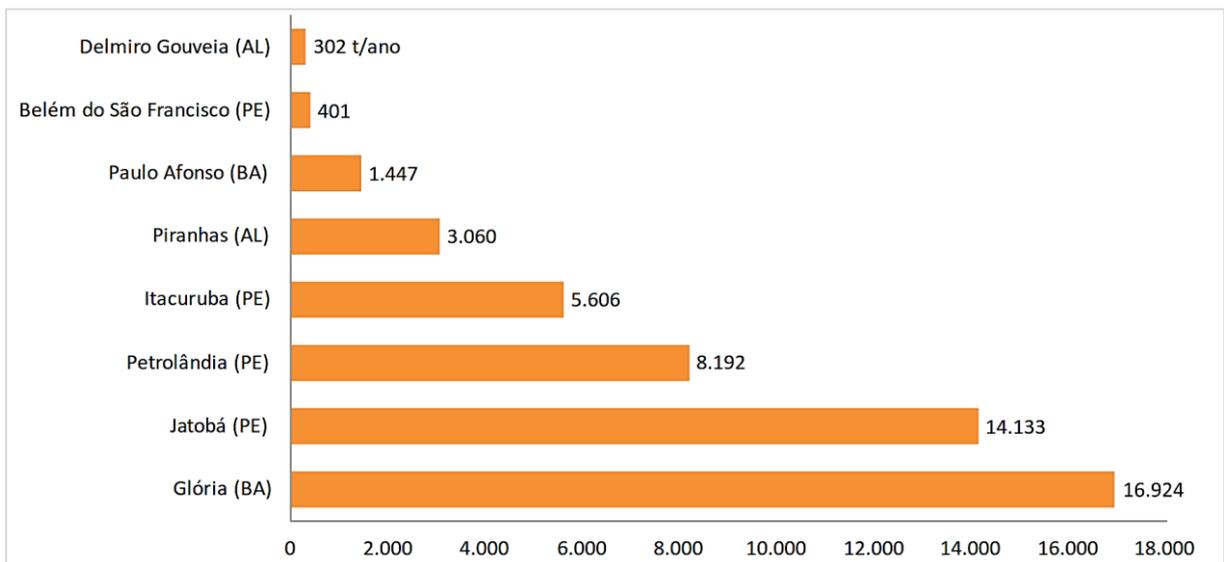
Tabela 1 - Produção nordestina de tilápia nos anos de 2013, 2014, 2015 e 2016.

Estado	Ano			
	2013	2014	2015	2017*
Maranhão	773,6	814,0	917,7	2650,0
Piauí	599,7	1536,7	1605,1	9360,0
Ceará	30634,4	36275,2	27889,1	6993,0
Rio Grande do Norte	2229,8	2242,7	2436,2	2231,0
Paraíba	951,7	1482,5	2245,2	2971,0
Pernambuco	3094,3	4667,3	6510,6	16694,0
Alagos	248,6	1832,4	2003,1	2540,0
Bahia	8197,4	7962,8	8823,3	22220,0
Sergipe	1373,7	625,8	534,5	1122,0
Total	48103,3	57439,4	52964,7	66781,0

Fonte: IBGE (2016) *apud* Vidal (2016); * Associação brasileira de piscicultura (2018)

Dessa forma, o polo de Submédio e Baixo São Francisco (SBSF) passou a ser o maior produtor do nordeste e está entre as cinco maiores regiões produtoras de tilápia do Brasil. O polo é formado por 12 municípios dos estados de Alagoas, Bahia e Pernambuco e apresenta condições favoráveis ao sucesso na produção de tilápia, como alto volume de água e elevada média anual de vazão; condições climáticas favoráveis ao cultivo e facilidade de escoamento da produção para os grandes centros do nordeste e outros mercados no país (EMBRAPA, 2018). O gráfico 1 mostra a estimativa de produção do polo do SBSF por município para o ano de 2017.

Gráfico 1 - Estimativa da produção de tilápia do Polo SBSF por município para o ano de 2017.



Fonte: Embrapa, 2018.

A Paraíba produz aproximadamente 3 mil toneladas de peixes cultivados por ano, sendo a tilápia responsável pela quase totalidade (2971 toneladas). A piscicultura paraibana é constituída em grande parte por pequenos produtores e os municípios de Bananeiras e Sapé são os maiores polos de produção. Há um grande mercado para a espécie no estado, no entanto, o mercado de filé ainda é abastecido por produtos importados das regiões sul e sudeste do país nas grandes redes varejistas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PISCICULTURA, 2018).

Os projetos AquiParaíba, do Sebrae-PB, e o Programa de Expansão e Desenvolvimento da Aquicultura e Pesca em Águas Interiores da Paraíba, administrado pela Empresa Paraibana de Abastecimento e Serviços Agrícolas

(EMPASA), procuram solucionar os principais desafios dos piscicultores paraibanos (licenciamento ambiental, outorga de águas da União e acesso a linhas de crédito), com comercialização e doação de alevinos, seminários e cursos, organização dos produtores, discussão das políticas ambientais, dentre outros (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PISCICULTURA, 2018).

5.2 MERCADO NACIONAL

Os consumidores buscam peixes frescos, mas nem sempre é possível oferecer em toda rede varejista devido à logística e infraestrutura (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PISCICULTURA, 2018), uma vez que a vida de prateleira do peixe refrigerado pode ser estabelecida em torno de 2 a 5 dias, tempo suficiente apenas para a distribuição local do produto (LOPES et al., 2004). Dessa forma, a indústria pesqueira passou a atender a demanda de consumo lançando, a partir de 2017, filés frescos em bandejas com atmosfera modificada (ATM), chamados comercialmente de filés frescos em ATM ou filés em bandeja ATM.

Nas gôndolas dos supermercados é possível encontrar produtos que variam de 350g a 500g, nas formas tradicional ou temperado e principalmente as espécies tilápia e salmão (Figura 5).

Figura 5 - Marcas de filé de peixe em ATM no mercado nacional.



Fonte: (a) (b) seafoodbrasil.com.br; (c) netuno.com.br; (d) [@qualimar.pescados](https://www.instagram.com/qualimar.pescados) (e) [@bompeixeoficial](https://www.instagram.com/bompeixeoficial).

5.3 EFEITOS DA EAM NA QUALIDADE DE PEIXES

Por se tratar de um alimento de alto valor nutricional, os peixes estão sujeitos à deterioração. Logo após a sua morte, apresentam várias alterações físicas, químicas e biológicas, que quando combinadas favorecem a sua rápida deterioração. As principais alterações são a liberação do muco, o rigor mortis, autólise e a decomposição bacteriana, que sempre seguem uma ordem com início, meio e fim, e normalmente se sobrepõem, dependendo das condições de captura, manuseio, transporte e armazenamento (CAMARGO et al., 1984; ORDÓÑEZ, 2005).

A atmosfera modificada reduz a carga microbiana responsável pela deterioração do produto, responsáveis por sabores e odores estranhos. Entretanto, a aplicação de AM por si só não garante a extensão da vida de prateleira do pescado. Outros fatores, como carga microbiana inicial, teor de gordura do produto, e, em especial, temperatura de estocagem aparecem também como decisivos para atingir esse objetivo (GONÇALVES, 2011).

Estudos (Tabela 2) sobre a aplicação de atmosfera modificada em filés de tilápia indicam que o uso de CO₂ permite estender o prazo de validade de filés embalados em AM e mantidos em temperatura de 1 a 5°C, passando de 4-6 dias (amostras controle) para até 25 dias (amostras em EAM).

Tabela 2 - Prazo de validade de filés de tilápia embalados em AM ou ar atmosférico.

Filé tilápia	Armazenamento (Temp., °C)	Atmosfera CO ₂ : N ₂ : O ₂	Prazo de validade (dias)		Referência
			Controle	EAM	
<i>Oreochromis niloticus</i>	1	40 : 60 : 0	4	13	Monteiro (2011)
	4	100 : 0 : 0	6	22	Araújo (2014)
	5	50 : 50 : 0	6	20	Escudini et al. (2010)
		100 : 0 : 0		22	
	4	75 : 25 : 0	4	25	Reddy et al. (1994)
		50 : 50 : 0		25	
	25 : 75 : 0		25		

Reddy et al. (1994) mensurando a composição gasosa da atmosfera de bandejas de filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*) embalados em AM com 75% CO₂/25% N₂ e mantidos em temperatura de 4°C, observaram que a concentração de CO₂ diminuiu nos primeiros dias de estocagem, cerca de 13% de redução no primeiro dia de armazenamento. E então aumenta novamente devido a um aumento na atividade microbiana. Sivertsvik, Rosnes e Kleiberg (2003) obtiveram redução de 40% após 7 dias de estocagem à mesma temperatura com filés de salmão (*Salmo salar*) embalados em AM com 60% CO₂/40% N₂.

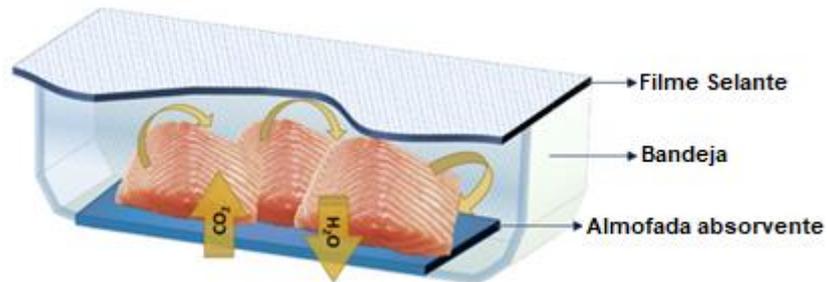
Cyprian et al. (2013) também notaram redução (40 a 50%) no início do armazenamento de filés de tilápia à 1°C e tratamento de 50% CO₂/ 50% N₂. A diminuição na temperatura de armazenamento permite maior solubilidade do CO₂ no alimento, diminuindo o pH. Os autores relacionaram essa queda no pH como favorável à liberação de exsudados. Monteiro (2011) observou a liberação de exsudados em filés de tilápia embalados em atmosfera com 40% CO₂/60% N₂ e mantidos à 1°C. Escudini et al. (2010) detectaram variação na cor do exsudado em tratamentos com diferentes concentrações de CO₂. No 16º dia de estocagem, observaram exsudado turvo e sanguinolento na embalagem de filés de tilápia à 5°C com composição 50% CO₂/50% N₂, enquanto o tratamento com 100% CO₂ apresentou exsudado translúcido.

Como o peixe possui grande quantidade de água em sua composição, a dissolução do CO₂ e a consequente diminuição no pH promovem este fenômeno (Figura 6). No entanto, o exsudado precisa ser removido para evitar um ambiente favorável aos micro-organismos. Uma solução viável é o uso de almofadas absorventes, as quais têm como princípio de funcionamento a absorção e retenção de líquidos, mantendo as características desejáveis dos produtos. (ABRE, 2012).

Segundo Santos e Oliveira (2012), o nível de segurança do pescado minimamente processado em EAM é maior quando este está refrigerado a 4°C. Sivertsvik, Rosnes e Kleiberg (2003), usando um modelo matemático observaram que o prazo de validade de filés de salmão embalados em AM com 60 % CO₂/40% N₂ aumenta de 10 dias à 4,4°C para 21 dias à 0°C. Logo é necessário um adequado controle de temperatura durante a estocagem, distribuição e comercialização do produto para que os benefícios da atmosfera modificada não sejam perdidos. Altas temperaturas resultarão em perda da quantidade de CO₂ dissolvido no produto e,

consequentemente, a redução do seu efeito inibitório sobre os micro-organismos (GONÇALVES, 2011).

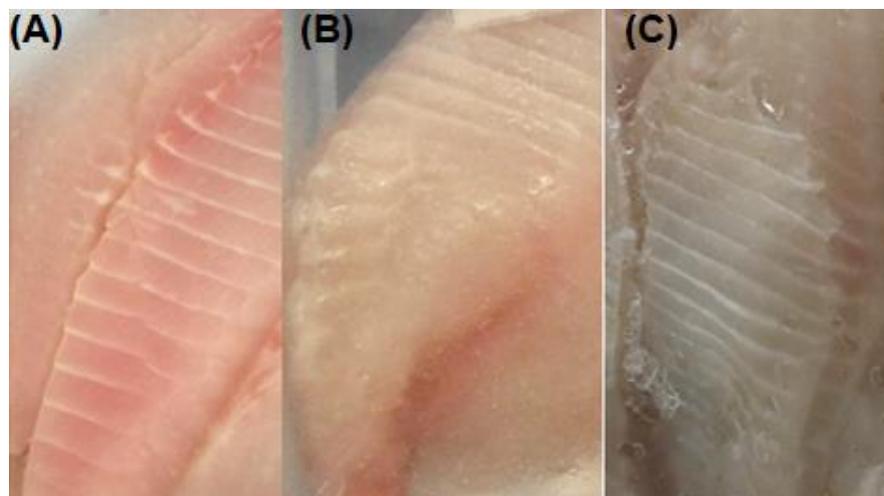
Figura 6 - Esquema de dissolução de CO₂ em filé de peixe e liberação de exsudado.



Fonte: Adaptado de Boz et al., 2018.

Na qualidade sensorial de peixes, a cor é um atributo importante para a aceitabilidade do consumidor. Estudos de Araújo (2014) corroboram com Escudini et al. (2010) quanto à cor em filés de tilápia, uma vez que observaram modificações na cor dos filés acondicionados com elevadas concentrações de CO₂ (tratamentos com 100%, 80% à 4°C e 100% e 50% à 5°C, respectivamente). Os filés frescos variaram de coloração vermelha para amarelo esbranquiçada ao final do período de estocagem. Cyprian et al. (2013) também observaram o mesmo processo de descoloração em filés estocados à 1°C e atmosfera de 50% CO₂/ 50% N₂. A Figura 7 mostra um exemplo típico dessa variação.

Figura 7 - Descoloração de filés de tilápia em atmosfera modificada com altas concentrações de CO₂, em 0, 14 e 21 dias de estocagem, respectivamente.



Fonte: autora (2018).

5.4 BENEFICIAMENTO DE FILÉS DE TILÁPIA EM EAM NUMA EMPRESA PROCESSADORA DE PESCADO

A empresa em estudo foi fundada em 1994 e trabalha com processamento de peixes, crustáceos (camarão e lagosta) e moluscos (mexilhão, polvo, lula). Atua nos segmentos de varejo e Food Service.

A planta industrial localiza-se no município de Jaboatão dos Guararapes - PE e conta com um quadro de 180 funcionários. Possui as licenças ambientais necessárias nacionais e internacionais, como as do Serviço de Inspeção Federal (SIF) e do Food and Drug Administration (FDA). Ainda possui as certificações: Boas Práticas de Fabricação (BPF); Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) e Procedimentos Padrões de Higiene Operacional (PPHO).

Dentre as espécies de peixe processadas, a tilápia tem destaque, sendo processados aproximadamente dez toneladas por dia. A matéria-prima é proveniente do polo do SBSF, onde ocorre a despesca e abate, e transportada em caminhões frigoríficos adequados. Na recepção os peixes são descarregados e pesados, seguindo para túnel de lavagem de peixes em esteira (Figura 8a). A lavagem é feita com jatos de água hiperclorada (5 ppm). Em seguida são direcionados à sala de processamento, onde a remoção das escamas é feita em um descamador rotativo industrial (Figura 8b), operando a uma taxa de 40 kg de peixe a cada 2 minutos.

O processo de filetagem é análogo a um método descrito por Souza (2002). A metodologia consiste em retirar o filé com pele, sem descabeçamento, e, em seguida, separa-se esta do filé. No entanto, remoção da pele é feita com auxílio de máquina (Figura 8c). Realiza-se um corte ao longo da cabeça, outro ao longo da lombar do peixe partindo-se da espinha dorsal até o rabo; corta-se ao longo das espinhas para retirada do filé; então vira-se o peixe e repete-se o processo (Figura 9).

Realiza-se o toailete para retirada de espinhas remanescentes e padronização do filé, cortando-se as aparas dorsal e ventral e do corte em “v” (Figura 10). Os filés são lavados com água clorada, pesados e classificados. Aqueles com peso médio de 120 g são embandejados (Figura 11), etapa que consiste em dispor os filés lado a lado, e mantidos resfriados até o momento da embalagem em AM. Os demais filés classificados são submetidos ao congelamento.

Figura 8 - Equipamentos utilizados no beneficiamento da tilápia; (a) túnel de lavagem de peixe em esteira; (b) descamador rotativo; (c) máquina para remoção de pele de peixe.



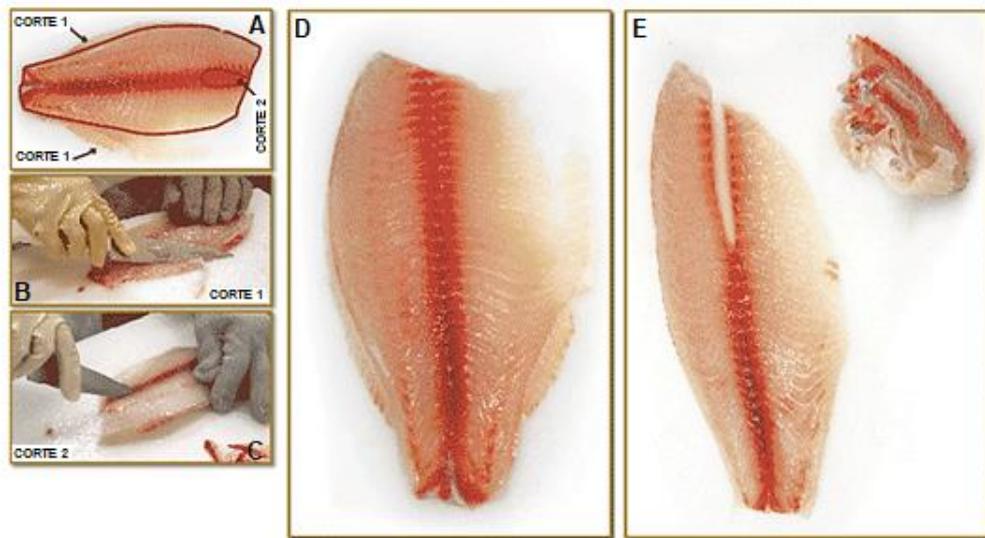
Fonte: (a) autora (2018); (b) frigomaq.net.br; (c) brusinox.com.br.

Figura 9 - Filetagem de tilápia.



Fonte: autora (2018).

Figura 10 – Toalete para retirada de espinhas e padronização do filé; (a)(b)(c) indicação das aparas dorsal e ventral e do corte em “v” (d) filé antes do toailete; (e) filé padronizado.



Fonte: Adaptado de VIDOTTI; BORINI, 2006.

Figura 11 - Filés de tilápia embandejados



Fonte: autora (2018).

Na sala de embalagem, os filés para EAM são dispostos em porções e acondicionados em bandejas plásticas rígidas de material composto por PET/EVOH/PE, sobre duas almofadas absorventes de líquidos com capacidade de absorção de até 90 ml de exsudado, cada, e submetidas ao processo de atmosfera modificada. A composição gasosa injetada é uma mistura comercial de 50% CO₂ / 50% N₂.

As bandejas saem do equipamento, então o produto final (Figura 12) é rotulado e acondicionado em caixas de papelão e saco plástico, juntamente com

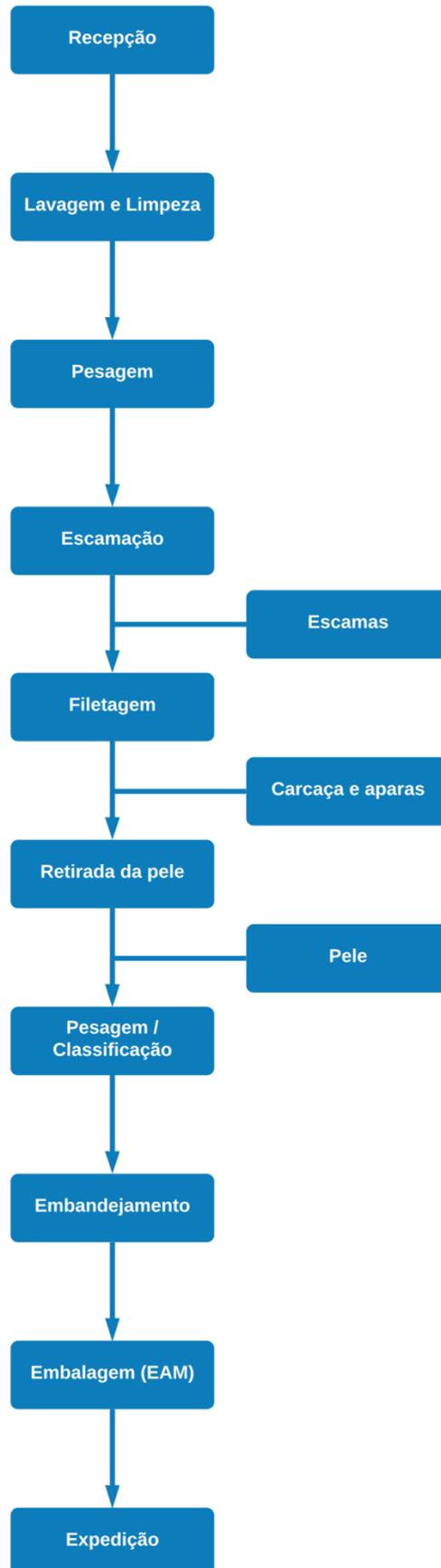
gelo e mantidos em câmara fria (temperatura na faixa de 2°C) até a expedição. A Figura 13 mostra o fluxograma de beneficiamento da peixe até o produto final.

Figura 12 - Produto final: filé de tilápia em EAM.



Fonte: autora (2018).

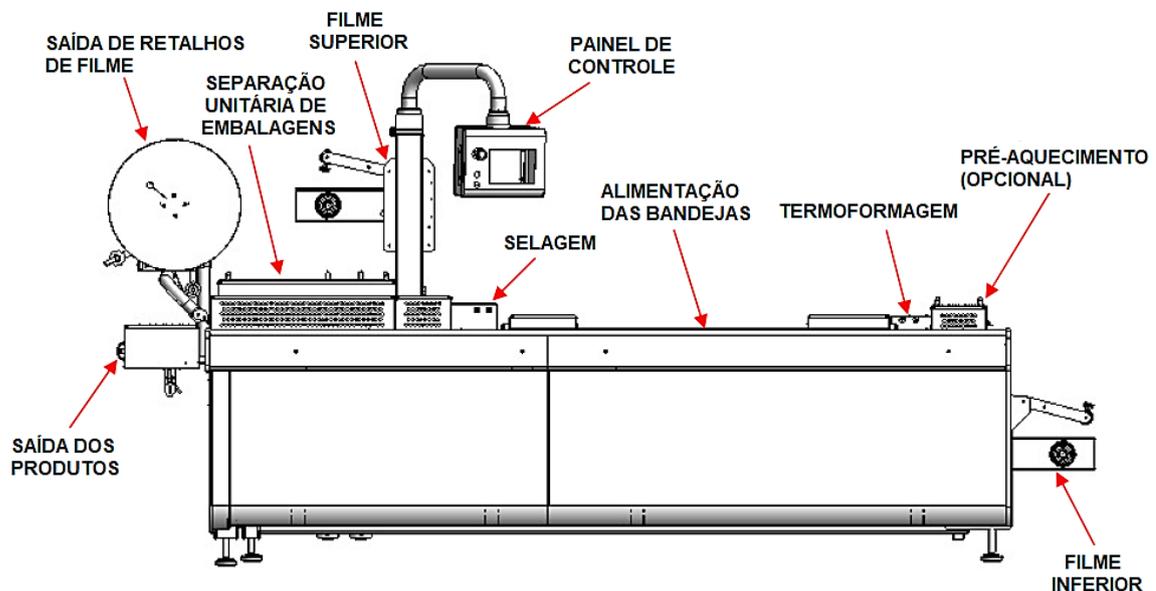
Figura 13 - Fluxograma do beneficiamento de filés de tilápia em EAM



O sistema de embalagem em atmosfera modificada é realizado automaticamente numa máquina termoformadora higienizável com sistema de injeção de gás (Figura 14), garantindo um aumento de produtividade. A partir de duas bobinas de filme, realiza-se a conformação das bandejas recipientes na própria máquina. O equipamento ainda realiza um pré-corte para que as bandejas tenham um canto de abertura fácil (Figura 15a).

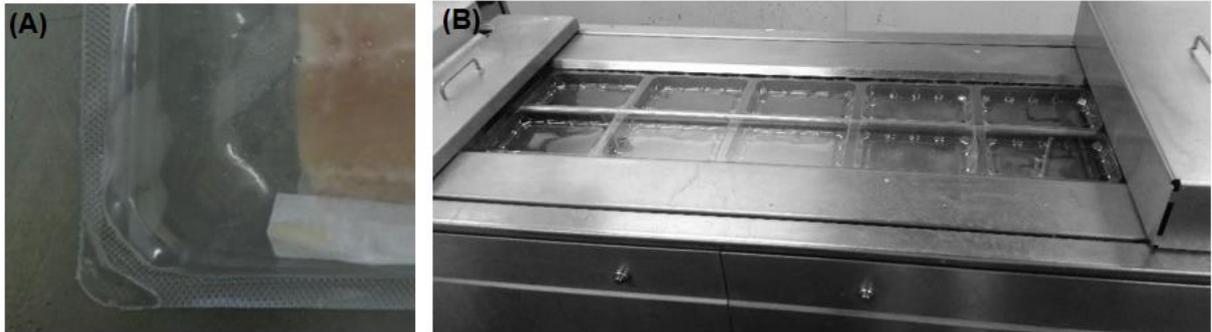
Entretanto, a alimentação com o produto é feita manualmente. A máquina comporta um total de 10 bandejas na área de alimentação e opera com sequência de 2 envases por ciclo (Figura 15b). Posteriormente, as bandejas entram numa câmara ou molde de selagem. Ocorre a realização do vácuo, a injeção do gás e a selagem do filme superior (aquecimento e resfriamento do material). Então, dá-se os cortes transversais e longitudinais separando as embalagens unitariamente, saindo da máquina como produto final. O tempo de operação de cada ciclo é de 15 segundos.

Figura 14 - Descrição geral da máquina termoformadora.



Fonte: Adaptado de Ulma Packaging (2013).

Figura 15 – (a) bandeja com canto de abertura fácil (*easy open*); (b) área de alimentação da máquina.



Fonte: autora (2018).

O entreposto utiliza como produto final apenas o filé, logo é notável o descarte dos resíduos, como pele, carcaça e aparas resultantes da filetagem industrial. Segundo Gonçalves (2011), a tilápia é um dos peixes bastante mencionados na literatura como matéria-prima para obtenção de CMS (carne mecanicamente separada), por ser espécie de carne branca e com menor teor de lipídeos, conferindo ao produto final aparência desejável quanto à cor, odor e sabor suaves. Dessa forma, a empresa vem desenvolvendo um produto à base de CMS, como forma de viabilizar o aproveitamento das aparas, já que elas correspondem à 5% dos resíduos da filetagem (VIDOTTI; BORINI, 2006) e agregar valor ao produto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tilápia é uma matéria-prima adequada à aplicação da tecnologia de embalagem em atmosfera modificada. O acondicionamento de filés em atmosfera com composição de 40-60% CO₂ / 40-60% N₂ é propício para aumentar a validade comercial de filés estocados em temperaturas de 0 a 5 °C. No entanto, é preciso fazer uso de almofadas absorventes para reter o exsudado e controlar a temperatura durante estocagem, distribuição e comercialização. A análise instrumental e/ou sensorial da variação de cor dos filés durante armazenamento segue como sugestão de novos trabalhos.

REFERÊNCIAS

ABRE. **Embalagens e bandejas absorventes: informação, proteção e praticidade ao alcance do consumidor**. 2012. Disponível em: <<http://www.abre.org.br/noticias/embalagens-e-bandejas-absorventes-informacao-protecao-e-praticidade-ao-alcance-do-consumidor/>>. Acesso em: 25 mai. 2018.

ARAÚJO, N. G. **Qualidade de filé de tilápia (*Oreochromis niloticus*) embalado com atmosfera modificada**. 2014. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, João Pessoa, 2014.

ARVANITOYANNIS, I. S. **Modified atmosphere and active packaging technologies**. Boca Raton: CRC Press, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PISCICULTURA. 2018. **Anuário peixe BR da piscicultura**. São Paulo, 2018.

BEDENDI, R. F. **Estudo da estabilidade de presunto coxido fatiado em atmosfera modificada**. 2003. 123 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, 2003.

BLAKISTONE, B. A. **Principles and applications of modified atmosphere packaging of foods**. 2nd edition. Washington, DC: Chapman & Hall, 1998.

BOZ, Z.; WELT, B. A.; BRECHT, J. K.; PELLETIER, W.; McLAMORE, E. Review of challenges and advances in modification of food package headspace gases. **Journal of Applied Packaging Research**. v. 10, n. 1, 2018.

CAMARGO, R.; FONSECA, H.; PRADO FILHO, L. G.; ANDRADE, M. O.; CANTARELLI, P. R.; OLIVEIRA, A. J.; GRANER, M.; CARUSO, J. G. B.; NOGUEIRA, J. N.; LIMA, U. A.; MOREIRA, L. S. **Tecnologia dos produtos agropecuários**. São Paulo: Nobel, 1984.

CYPRIAN, O.; LAUZON, H. L.; JÓHANNSSON, R.; SVEINSDÓTTIR, K.; ARASON, S.; MARTINSDÓTTIR, E. Shelf life of air and modified atmosphere-packaged fresh tilapia (*Oreochromis niloticus*) filets stored under chilled and super chilled conditions. **Food Science and Nutrition**, v. 1, n. 2, p. 130-140, 2013.

CUNHA, F. L.; MONTEIRO, M. L. G.; JÚNIOR, C. A.C; LA TORRE, C. A. L.; SANTOS, E. B.; VITAL, H. C.; MÁRSICO, E. T.; MANO, S. Determinação e monitoramento de amins biogênicas por cromatografia líquida de alta eficiência em filés de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) resfriados embalados em atmosfera modificada e irradiados. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 35, n. 3, p. 275-282, 2013.

EMBRAPA. **Diagnóstico da cadeia de valor da tilapicultura no brasil**. Brasília, 2018. 181 p. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1090301/1/CNPASA_2018lvtilapicultura.pdf>. Acesso em: 22 mai. 2018.

ENGELMANN, S.; SALMANG, R. **Machines and materials, applications and automation**. 1. ed, New Jersey, EUA: John Wiley & Sons, 2012.

ESCU DINI, J. R. O; BASTOS, P. B.; FRANCO, R. M.; BAPTISTA, R. F.; MANO, S. Efeito da embalagem em atmosfera modificada sobre a validade comercial de filé de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 17, n. 1, p. 21-24, 2010.

FAO. **The state of world fisheries and aquaculture 2016**. Roma. 200 p. Disponível em: < <http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2018.

GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação**. São Paulo: editora Atheneu, 2011.

INTRAFISH. **GSMC 2017 blog**: recap on all the News from the event. Oslo, 2017. Disponível em: < <http://www.intrafish.com/news/1207457/gsmc-2017-blog-recap-on-all-the-news-from-the-event>>. Acesso em: 23 mai. 2018.

LOPES, M. M.; MÁRSICO, E. T.; SOBREIRO, L. G.; SILVA, L. P.; CONTE-JUNIOR, C. A.; PARDI, H. S.; MANO, S. B. Efeito da embalagem em atmosfera modificada sobre a conservação de sardinhas (*Sardinella brasiliensis*). **Revista portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 99, n. 552, p. 207-210, 2004.

MANTILLA, S. P. S.; MANO, S. B.; VITAL, H. C.; FRANCO, R. M. Atmosfera modificada na conservação de alimentos. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 437-448, 2010.

MCMILLIN, K. W. Where is map goging? a review and future potential of modified atmosphere packaging for meat. **Meat Science**, v. 80, p. 43-65, 2008.

MONTEIRO, M. L. G.; MÁRSICO, E. T.; TEIXEIRA, C. E.; MANO, S. B.; CONTE JÚNIOR, C. A.; VITAL, H. C. **Validade comercial de filés de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) resfriados tratados com irradiação e embalados em atmosfera modificada**. 2011. 142 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal Fluminense, Faculdade de Veterinária, Niterói, 2011.

MORRIS, B. A.; DARBY, D. Sealing, heat. **The wiley encyclopedia of packaging technology**. 3ª ed. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 2009.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos de origem animal**. Porto Alegre: Artmed, v.2, 2005.

REDDY, N. R.; SCHREIBER, C. L.; BUZARD, K. S.; SKINNER, G. E.; ARMSTRONG, D. J. Shelf life of fresh tilapia fillets packaged in high barrier film with modified atmospheres. **Journal of Food Science**, v. 59, n. 2, 1994.

SANDHYA, K. V. K. Modified atmosphere packaging of fresh produce: current status and future needs. **LWT – Food Science and Technology**. v. 43, p. 381-392, 2010.

SANTOS, J. S.; OLIVEIRA, M. B. P. P. Revisão: Alimentos frescos minimamente processados embalados em atmosfera modificada. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 1-14, jan/mar, 2012.

SIVERTSVIK, M.; JEKSRUD, W.K.; ROSNES, T.A. Review of modified atmosphere packaging of fish and fishery products – significance of microbial growth, activities and safety. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 37, p. 107-127, 2002.

SIVERTSVIK, M.; ROSNES, J. T.; KLEIBERG, G. H. Effect of modified atmosphere packaging and superchilled storage on the microbial and sensory quality of atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets. **Journal of Food Science**, v. 68, n. 4, 2003.

SOUZA, M. L. R. Comparação de seis métodos de filetagem, em relação ao rendimento de filé e de subprodutos do processamento da tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1076-1084, 2002.

STAMMEN, K.; GERDES, D.; CAPORASO, F.; MARTIN, R.E. Modified atmosphere packaging of seafood. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 29, n. 5, p. 301-331. 1990.

VIDAL, M. F. Panorama da piscicultura no nordeste. **Caderno Setorial ETENE**, ano 1, n. 3, 2016.

VIDOTTI, R. M.; BORINI, M. S. M. Aparas da filetagem de tilápia se transformam em polpa condimentada: um produto de qualidade testado e aprovado na merenda escolar. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, p. 38-41, 2006.