

SILAGEM BIOLÓGICA DE PESCADO

Thaís Moron Machado, thaismoron@pesca.sp.gov.br,

Unidade Laboratorial de Referência em Tecnologia do Pescado,
do Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio do Pescado Marinho,
do Instituto de Pesca, Santos (SP), março 2010

Os resíduos obtidos no aproveitamento de produtos da pesca podem chegar a 70% do peso inicial dos mesmos. Estes resíduos (fauna acompanhante de pesca marítima; espécies subutilizadas em piscicultura continental; cabeça, pele, espinhas e vísceras de peixes, provenientes de indústrias de processamento), são considerados matéria-prima de baixa qualidade, que, na maioria dos casos, não é utilizada e constitui dejetos que causam prejuízos ecológicos, sanitários e econômicos. Estes dejetos, quando usados adequadamente, podem constituir um aporte de alto valor biológico na nutrição animal e um incentivo econômico importante para as indústrias que os produzem.

A silagem, produto final de um processo de fermentação controlada, é uma solução efetiva para este problema. Além de aproveitar resíduos do processamento do pescado e espécies subutilizadas, ter simples tecnologia produção, ser microbiologicamente estável e de fácil armazenamento, possui o mérito de constituir um componente alimentar de alto valor biológico. A silagem pode ser incorporada à ração comercial, contribuindo de forma efetiva para o aumento da qualidade nutricional do produto que vai ser fornecido aos animais.

Durante o processo de fermentação na elaboração da silagem, os elementos orgânicos presentes (açúcares, proteínas, aminoácidos, compostos nitrogenados e nucleotídeos) constituem o substrato sobre o qual vão atuar os micro-organismos para convertê-los em moléculas mais simples e utilizá-los como fonte de energia para sua sobrevivência.

Os métodos de fermentação vêm sendo utilizados há muito tempo para conservar ou utilizar excedentes de matéria-prima, ou para reutilizar os

desperdícios orgânicos, dentre eles, pescado e seus dejetos. Inúmeros trabalhos têm sido realizados no setor pesqueiro, usando como alternativa a fermentação de resíduos de pescado, a fim de se obterem produtos destinados à nutrição animal.

Existem vários métodos de fermentação:

- Uso de altas quantidades de sal (15 a 20% de sal no produto final). Neste caso, o inconveniente é o alto teor de sal na proteína que será ingerida;

- Uso de ácidos inorgânicos, como ácido acético e clorídrico. Tem a desvantagem de exigir manipulação cuidadosa dos ácidos, os quais precisam ser neutralizados com cal antes de o produto final ser utilizado para alimentação de animais. Além disso, ocorre a produção de grande quantidade de líquido ácido durante o processo;

- Uso de ácidos orgânicos, como ácido fosfórico, fórmico e propiônico. Pode-se efetuar combinações destes ácidos orgânicos com ácidos inorgânicos em menores proporções. Neste processo também existe a dificuldade de manipulação dos ácidos;

- Uso de enzimas, como a papaína e a bromelina, obtidas das frutas papaia e abacaxi respectivamente;

- Uso de bactérias ou leveduras, originando a Silagem Biológica. As bactérias mais utilizadas são as do grupo ácido-lácticas: *Lactobacillus* sp e *Lactococcus* sp; leveduras dos gêneros *Hansenula* e *Saccharomyces* e o fungo *Aspergillus oryzae*. As vantagens da Silagem Biológica são: facilidade de preparação, ausência de riscos de acidentes, ou toxicidade, e baixo custo.

A preservação dos resíduos de pescado através da fermentação biológica depende da formação de ácido láctico, e, para que esta tenha êxito, é necessário favorecer o predomínio de bactérias homofermentativas (lactobacilos que produzem duas moléculas de ácido láctico e uma molécula de glicose). Estas bactérias não se encontram em grande número no pescado ou no meio aquático, por isso é necessário agregar um inóculo iniciador de lactobacilos para favorecer sua multiplicação.

Existem muitas maneiras de agregar inóculo de lactobacilos: pode-se partir de vegetais fermentados em anaerobiose, produtos marinados, etc., dos quais se obtêm cepas de lactobacilos capazes de efetuar a fermentação dos açúcares. Outras fontes são os produtos lácteos, sendo o

iogurte o mais utilizado e onde se desenvolvem o *Lactobacillus bulgaricus* e o *Streptococcus thermophilus*. As bactérias ácido-lácticas têm metabolismo energético exclusivamente do tipo fermentativo. Sua principal fonte de energia são os carboidratos solúveis e certos ácidos orgânicos. Para que a fermentação biológica ocorra é necessário que as bactérias lácticas convertam os açúcares presentes em ácidos orgânicos, fazendo com que o pH do meio decresça. Como o pescado contém somente pequena quantidade de carboidratos, é necessário agregar certas quantidades de outros carboidratos como fonte de energia.

*FONTE DE CARBOIDRATOS

A adição de carboidratos para o processo de fermentação láctica é necessária, uma vez que o pescado possui baixo teor de açúcares passíveis de serem fermentados por bactérias lácticas, os quais desaparecem rapidamente em consequência da ação das enzimas autolíticas e bactérias da deterioração. Quando o pescado é fragmentado e mesclado com uma determinada quantidade de carboidratos, as bactérias lácticas podem produzir ácido láctico suficiente para conservar o produto durante um período de tempo de até seis meses, inclusive em regiões tropicais, onde as temperaturas são mais elevadas. Para isso é necessário instalar rapidamente o processo fermentativo e conseguir a quantidade necessária de ácido láctico no meio. A quantidade de carboidratos a se acrescentar como substrato depende, dentre outros fatores, do tipo de pescado e do inóculo adicionado, oscilando geralmente entre 5 e 30% do peso do resíduo de pescado.

Os substratos mais utilizados por países das Américas do Sul e Central são:

- melão, ou mel de cana: Cuba, Uruguai e Venezuela
- açúcar comercial e melão de cana-de-açúcar: Peru
- substratos hidrocarbonados, a partir de hortaliças e frutas (repolho, papaia, abacaxi, banana verde, etc.): Brasil e Costa Rica

Açúcares como glicose, sacarose e lactose promovem rápida diminuição de pH ao serem fermentados por bactérias lácticas, em razão da produção de ácido. Quando se utilizam açúcares mais complexos, é necessária a presença de fungos amilolíticos não patogênicos (obtidos do arroz e de outros

cereais), que hidrolizam o amido e produzem açúcares mais simples, que são mais facilmente utilizados pelas bactérias lácticas: a maltose produzida pelos fungos amilolíticos é transformada em glicose por ação enzimática, e é sobre esta glicose que atuam as bactérias ácido-lácticas.

A utilização de sacarose e/ou melão como fonte energética garante uma eficiente fermentação dos resíduos de pescado. Observa-se que quando não se agrega sacarose, não se produzem alterações de pH e acidez notáveis, comprovando que o açúcar é um componente que favorece o desenvolvimento de bactérias lácticas. Já o melão conta com aproximadamente 14% de glicose livre e 35% de sacarose, e as bactérias possivelmente atacam primeiro a glicose e só depois desdobram a sacarose. Ensaio realizado mostram que 10% de melão + 1% de sacarose tem sido suficiente para manter uma boa fermentação por até seis meses de armazenamento, e com custos mais baixos do que com o uso de somente sacarose. Quando se utiliza apenas melão, observa-se instabilidade da silagem e, conseqüentemente, sua alteração quando armazenada por longo período.

*VANTAGENS DO USO DE BACTÉRIAS LÁCTICAS

As bactérias lácticas são produtoras de várias substâncias favoráveis ao processo de ensilagem:

*antibióticos - antagonistas do crescimento de outros micro-organismos. Com isso impede-se o crescimento de germes patogênicos e putrefativos, como salmonela, listéria, estafilococos e clostrídio. Os resíduos de pescado têm considerável capacidade de resistir a alterações de pH, e uma fermentação lenta permitiria que as bactérias putrefativas provocassem alterações indesejáveis. Entretanto, isto não ocorre nas silagens em que se utilizam bactérias lácticas do iogurte, já que após 24 horas observa-se queda de pH para 4,7, e, após 48 horas, queda para 4,0. A diminuição do pH para valores 4,2 ou menores, combinada com a ação antagônica dos antibióticos, causa uma redução radical destes micro-organismos;

*peróxido de hidrogênio - efetivo na inibição do crescimento de patógenos do gênero *Pseudomonas* e de *Staphylococcus aureus*;

*diacetilo - responsável pelo aroma agradável da silagem (frutal) e inibidor de fungos, bactérias gram negativas e positivas (exceto as lácticas).

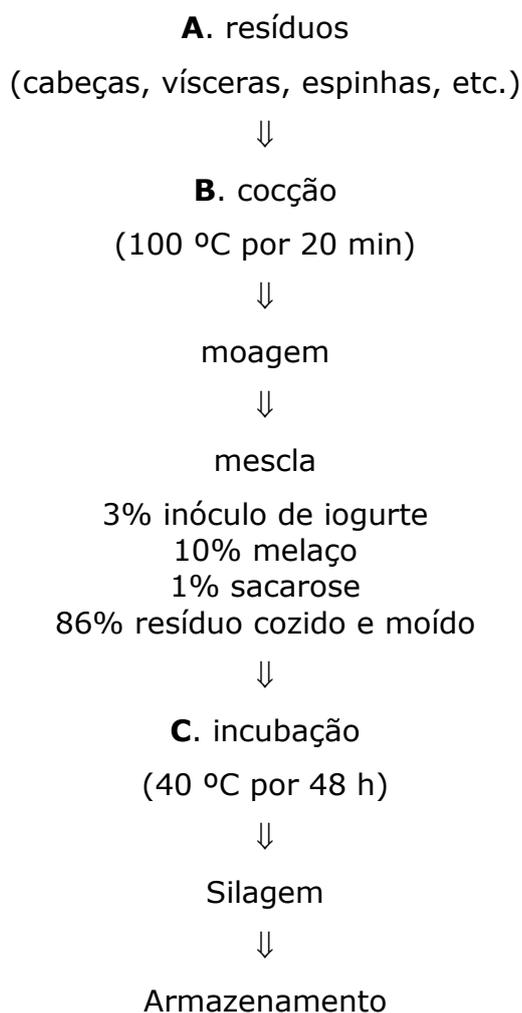
- **INÓCULO DE IOGURTE**

Utiliza-se cepa liofilizada de bactérias lácticas de iogurte (*Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*), conhecido comercialmente como "cultivo doméstico de iogurte". O procedimento é o seguinte:

1º) Cultivo-mãe: Esterilizar 2 litros de leite a 90 °C por 30 minutos; esfriar; adicionar 2 gramas de cepa liofilizada. Incubar a 40 °C por 5 horas.

2º) Inoculação: Esterilizar 2 litros de leite, inocular 2 a 3% do cultivo-mãe, incubar a 40 °C por 5 horas. Ao final, controlar o pH (4,0) e acidez titulável total (1,5%), como indicador de que as bactérias lácticas cresceram normalmente.

FLUXOGRAMA DA SILAGEM BIOLÓGICA DE PESCADO



A. Seleção de resíduos: vísceras, cabeças, espinhas, pescados lesionados e fora do tamanho padrão, espécies de baixo valor comercial, etc.

Dependendo do tipo de resíduo utilizado como matéria-prima no processo fermentativo, o produto final obtido terá determinado pH, conteúdo proteico, conteúdo em lipídios, grau de proteólise, vitaminas e minerais (Fig. 1).



Figura 1: Seleção de resíduos

B. Cocção e moagem dos resíduos, com posterior adição de fonte de carboidratos e fermento láctico: Os resíduos de pescado são submetidos a cocção a 100 °C por 20 min, visando paralisar a ação enzimática e destruir bactérias patogênicas e putrefativas presentes nos resíduos crus. A água de cocção deve ser drenada, e o resíduo, após esfriar em temperatura ambiente, é moído e mesclado com sacarose, melão e inóculo de iogurte (Figs. 2, 3 e 4).



Figura 2: Cocção dos resíduos



Figura 3: Moagem dos resíduos



Figura 4: Fonte de carboidrato e fermento láctico

C. Incubação e fermentação láctica: A temperatura em que se vai realizar o processo de fermentação é fator determinante para a geração de um produto estável: a temperatura ideal é de 40 °C por 48 h, com pH alcançando valores de 4,0 (Fig. 5).



Figura 5: Incubação e fermentação láctica

D. Armazenamento: Uma vez produzida a fermentação láctica, o pH do produto tende a se estabilizar, e a acidez láctica, a se elevar. O produto deve ser armazenado em recipientes fechados e à temperatura ambiente por até seis meses, para posterior utilização como ingrediente de ração (Fig. 6).



Figura 6: Ração de silagem biológica

- ESTABILIDADE: Procedimentos importantes na geração de um produto estável através da fermentação láctica:

- * Rápida adição do inóculo láctico aos resíduos para a rápida queda de pH, evitando-se, assim, que bactérias com metabolismo aeróbio responsáveis pela deterioração do pescado (gêneros *Pseudomonas* e *Alteromonas*) se desenvolvam;
- * A temperatura em que se vai realizar o processo de fermentação deve situar-se entre 25 e 30 °C, considerada ótima para o desenvolvimento de bactérias lácticas (em dois dias o pH baixa para 4,5 à temperatura de 30 °C). Para bactérias do iogurte, 40 °C é a temperatura ideal.

A presença de leveduras pode conferir instabilidade ao produto armazenado em condições anaeróbicas. As leveduras não são sensíveis à ação de ácidos orgânicos, e uma grande variedade delas utiliza o ácido láctico, elevando o pH do produto fermentado. Com isso reduz-se o período de armazenamento da silagem, e as bactérias proteolíticas, como os mofos, têm o substrato adequado para exercer sua ação. A silagem de pescado com pH entre 3,5 e 4,0 está completamente protegida do desenvolvimento de fungos, como *Aspergillus flavus*. Alguns pesquisadores recomendam a utilização de um agente antimicótico (ex.: ácido ascórbico na concentração de 0,25%). Foi comprovado que o ácido ascórbico não provoca alterações de pH nem produção de ácido láctico, somente ausência total de fungos e leveduras.

VARIAÇÃO DO pH E DA ACIDEZ TITULÁVEL DA SILAGEM DURANTE O ARMAZENAMENTO

<u>Tempo (dias)</u>	<u>pH</u>	<u>acidez titulável (%)</u>
0	6,15	0,40
1	4,76	1,40
2	4,00	3,20
3	3,89	4,30
7	3,89	4,30
20	3,75	4,45
28	3,76	4,45
52	3,83	4,60
71	3,78	4,75
80	3,80	4,80
90	3,80	4,94
180	3,98	4,55

O pH é importante para a conservação do produto acabado por tempo mais prolongado. Tem-se observado que silagens obtidas de resíduos de pescado com pH final entre 3,9 e 4,7 permanecem estáveis durante 30 a 160 dias.

CONTROLES

Químicos:

- pH
- índice de acidez titulável
- histamina
- bases voláteis nitrogenadas (BVN)
- composição proximal: - umidade
 - lipídio total
 - proteína total
 - cinzas
 - carboidrato
- ácidos graxos, minerais e a.a.

Microbiológicos:

- recontagem de bactérias lácticas
- recontagem total de aeróbicos viáveis
- recontagem de anaeróbicos

PARÂMETROS

- pH: 3,9 - 4,7
- índice de acidez titulável: média de 4,0% (em nível artesanal: ideal quando apresenta odor frutal)
- histamina e BVN: baixos níveis no final do processo. No início do processo nota-se ligeiro incremento das BVT. Devido à temperatura da silagem de mais ou menos 20 °C e pH 5,8 - 6,0, as bactérias putrefativas tendem a aumentar, mas à medida que as bactérias lácticas competem com o substrato, favorecidas pela temperatura ótima de incubação (40 °C), geram-se alterações de pH até a acidez, levando a condições de antagonismo e presença de substâncias antibacterianas, que não permitem o desenvolvimento de bactérias putrefativas e patógenas. Comportamento similar é observado com a presença de histaminas, isto é, ocorre ligeiro incremento durante o processo de fermentação, devido às condições adequadas ao desenvolvimento de muitos micro-organismos, alguns dos quais podem ser produtores de histaminas. Uma vez produzidas as alterações de pH e acidez necessárias, a histamina tende a diminuir, talvez devido às bactérias lácticas utilizadas, que têm um tipo de enzima que provoca decomposição das aminas biogênicas.
- Recontagem microbiológica

Tempo	Recont. total	Recont. lactobacilos	Recont. anaeróbicos
0 hora	$8,4 \times 10^4$	$8,8 \times 10^6$	$4,2 \times 10^3$
24 horas	$8,0 \times 10^3$	$8,7 \times 10^8$	$3,2 \times 10^4$
48 horas	$4,0 \times 10^4$	$4,5 \times 10^9$	$3,9 \times 10^4$
3 meses	$2,6 \times 10^4$	$3,5 \times 10^8$	$2,2 \times 10^4$
6 meses	$4,3 \times 10^4$	$5,0 \times 10^7$	$1,2 \times 10^4$

O quadro anterior (recontagem microbiológica) mostra que a silagem se inicia com uma carga de 10 col/g de lactobacilos e que após 48 h tem 10 col/grama. Este incremento está muito relacionado com as variações

de pH e acidez (nível de ácido láctico) produzidas na silagem e com a estabilidade do produto, além de conferir ao produto qualidades benéficas à digestão, atuar como probiótico e melhorar a população microbiana intestinal dos animais.

Na recontagem total e recontagem de anaeróbicos as variações não são maiores devido às condições antimicrobianas geradas pelas bactérias lácticas durante seu desenvolvimento.

COMPOSIÇÃO E VALOR NUTRITIVO

Os lactobacilos são capazes de realizar suas atividades metabólicas sem grandes alterações do substrato a fermentar, por isso não são perdidos os componentes básicos dos alimentos e o valor nutritivo do produto inicial.

A composição, o valor nutritivo e o rendimento final da silagem dependem principalmente do resíduo, do tipo de açúcar e do inóculo bacteriano (características) utilizados.

A variação da composição química centesimal observada em diferentes silagens é a seguinte: Umidade: 60 a 64%; Proteína: 16 a 19%; Gordura total: 9 a 13%; Carboidratos: 3 a 4%; Cinzas: 6 a 7%. Em base seca tem-se: 46% de proteína, 25% de gordura e 18% de cinzas, resultando num insumo de boas qualidades nutricionais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A incorporação de silagem de pescado fabricada artesanalmente a rações comerciais é uma prática que tem sido utilizada com ótimos resultados por criadores de truta arco-íris do "Projeto Especial Trutas Titicaca" - Lago Titicaca - Puno - Peru.

Em dietas balanceadas para peixes cultivados no Brasil recomenda-se a realização de ensaios utilizando silagens de diferentes resíduos de pescado e observando o efeito no desenvolvimento dos peixes.

É necessário ressaltar que com a silagem de pescado busca-se uma alternativa viável e racional de aproveitamento dos resíduos de pescado, levando à diminuição de impactos ambientais e ao aumento da qualidade nutricional do alimento fornecido ao peixe.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ARECHE, N. BERENZ, Z. 1990. Ensilado de residuos de pescado por bacterias lácticas del iogurt. Bol Inst Inv Tec - Vol 3 - nº 1.
- BERENZ, Z. 1998. Ensilado de residuos de pescado. In Procesamiento de ensilado de Pescado. ITP/JICA, XIV Curso Internacional Tecnología de Procesamiento de Productos Pesqueros. p. 17 - 71. Callao - Perú.
- BERTULLO E.. 1989. Desarrollo del ensilado de pescado en América Latina. Consulta de Expertos sobre Tecnología Pesquera en América Latina. FII 819/RLAC/2.24-45.
- CARVAJAL, G. 1998. Fundamentos de la tecnología de ensilados. In Procesamiento de Ensilado de Pescado. ITP/JICA, XIV Curso Internacional Tecnología de Procesamiento de Productos Pesqueros. p. 1-15. Callao - Perú.
- LINDGREN, S, M. PLEJE. 1983. Silage Fermentation of fish waste products with lactic acid bacteria. J. Food and Agric. 34, p. 1057-1067.
- PEREZ, R.; E. LACHERRE & M. PLACIDO. 1998. Elaboración y Control del Ensilado de Residuos de Pescado. ITP/JICA, XIV Curso Internacional Tecnología de Procesamiento de Productos Pesqueros. p. 73-82. Callao - Perú.
- PEREZ, R. 1998. Aporte Nutricional del ensilado de Pescado en la alimentación animal. ITP/JICA, XIV Curso Internacional Tecnología de Procesamiento de Productos Pesqueros. p. 83-89. Callao - Perú.
- SALAZAR, A, M, J. 1998. Ensilado Biológico a partir de residuos de pescado y cascarilla de camarones, provenientes de las plantas de procesamiento. Propuesta de Proyectos - ITP/JICA - 1998 - XIV Curso Internacional Tecnología de Procesamiento de Productos Pesqueros. p. 55-61. Callao - Perú.