

Caracterização Biológica e Comercial do Ouriço-do-mar *Sphaerechinus granularis* (Lamarck, 1816) nos Açores.

Dissertação de Mestrado

Celso de Sousa Aguiar

Mestrado em

Tecnologia e Segurança Alimentar



Angra do Heroísmo
2019

Caracterização Biológica e Comercial do Ouriço-do-mar *Sphaerechinus granularis* (Lamarck, 1816) nos Açores

Dissertação de Mestrado

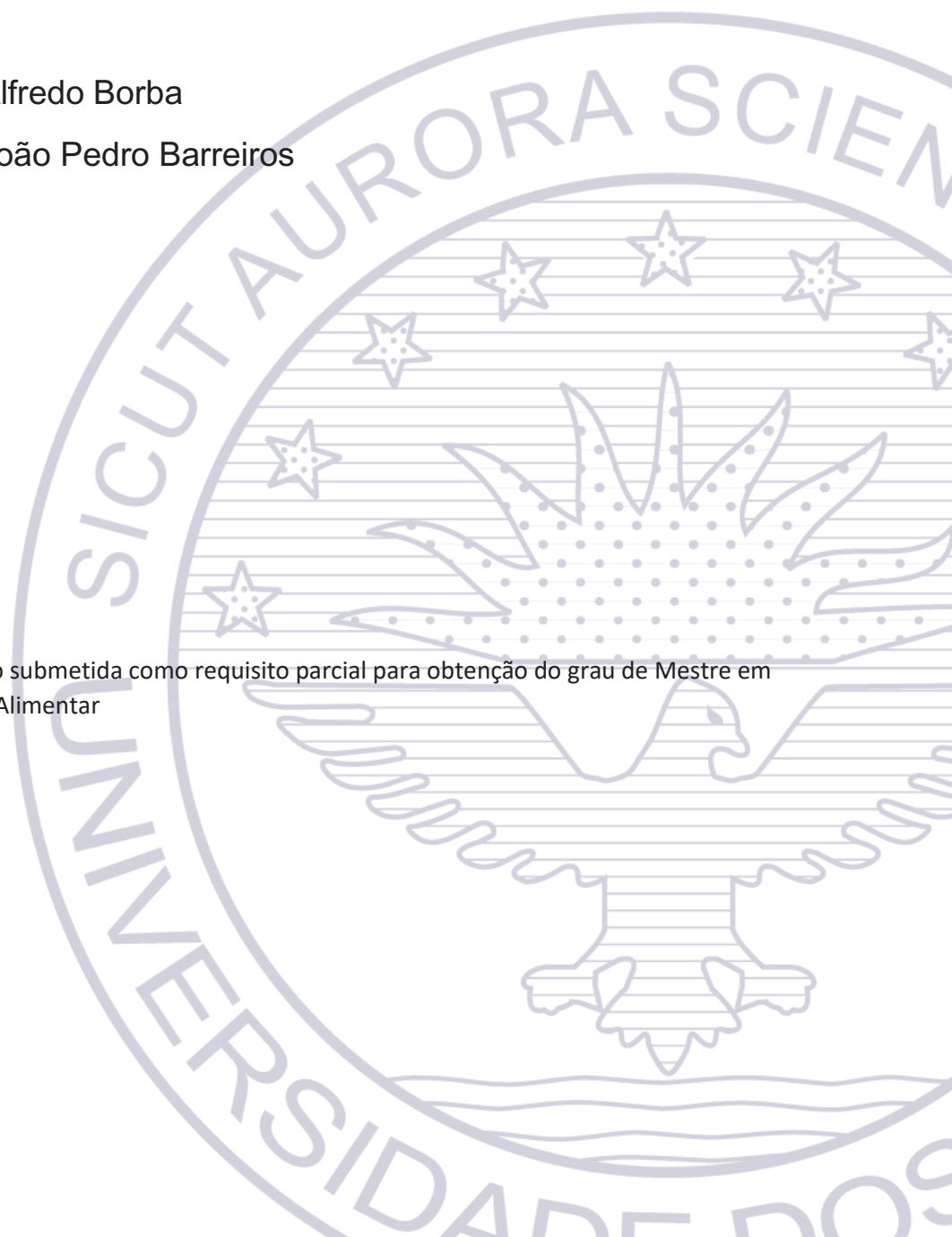
Celso de Sousa Aguiar

Orientadores

Professor Doutor Alfredo Borba

Professor Doutor João Pedro Barreiros

Dissertação de Mestrado submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em
Tecnologia e Segurança Alimentar



À Minha Família

Agradecimentos

A realização deste trabalho não seria possível sem a colaboração de algumas pessoas e instituições, às quais gostaria de manifestar o meu sincero agradecimento.

À Universidade dos Açores, na pessoa do Magnífico Reitor, e à Faculdade de Ciências Agrárias e do Ambiente, na pessoa do seu Presidente.

Ao Professor Doutor Alfredo Emílio Silveira de Borba, orientador deste trabalho, pela transmissão de conhecimentos, pela inspiração, amizade e dedicação e pela total disponibilidade que sempre demonstrou ao longo deste trabalho e pela enorme persistência e apoio incondicional.

Ao Professor Doutor João Pedro Barreiros, orientador deste trabalho, pela transmissão de conhecimentos, pela inspiração, amizade e dedicação e pela total disponibilidade que sempre demonstrou ao longo deste trabalho e pela enorme persistência e apoio incondicional.

Ao Professor Doutor Oldemiro Aguiar do Rego pela ajuda na interpretação dos perfis de ácidos gordos.

À Mestre Cristiana Sofia Alves Mesquita Rodrigues Maduro Dias pela sua preciosa colaboração na execução das análises químicas das amostras.

À Professora Doutora Susana Alves e ao Professor Doutor Rui Bessa, ambos da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa, pela colaboração fundamental nas análises nutricionais das amostras, pela disponibilidade e apoio prestados, amizade e dedicação.

À Professora Doutora Célia Silva, Diretora do Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar, pelo apoio, pela transmissão de conhecimentos e pela total disponibilidade que sempre demonstrou ao longo deste trabalho.

Ao Mestre Marco António Linhares Rosa pelo apoio e total disponibilidade.

À todos os professores e funcionários deste departamento, ao longo destes três anos, que me apoiaram e acolheram com muita amizade.

À empresa Asinus Atlanticus, Lda, pela colaboração na Liofilização das amostras.

A toda a minha família, que sempre me apoiou, e sem eles, este trabalho não era possível.

À senhora Teresa Soares pelo incansável apoio e dedicação.

À minha esposa que sempre me apoiou incondicionalmente.

A todos os meus amigos, que de uma forma ou outra, estiveram presentes durante este percurso e prestaram o seu apoio.

De um modo geral, a todas as pessoas que de algum modo contribuíram para que este trabalho se realizasse.

Resumo

Os ouriços-do-mar apresentam uma dispersão espacial que se estende praticamente a todos os oceanos, desde o Atlântico Norte, ao sul do Oceano Pacífico, ilhas da Macaronésia, Mar Mediterrâneo, oceano Índico e Ártico. Os equinoides são muito valorizados em certas zonas, e mercados, como no Chile, Japão, Estados Unidos da América e França. As suas gónadas são consideradas uma iguaria na maioria dos locais onde são comercializados. Os mercados internacionais exercem cada vez mais pressão sobre as suas exigências ao nível da qualidade das gónadas dos equinoides, em termos organoléticos e nutricionais. Ao longo dos anos a sobrepesca destes organismos tem-se intensificado, surgindo a necessidade de adotar medidas preventivas e reguladoras para que os *stocks* naturais dos equinoides sejam sustentavelmente comercializáveis, e para que se mantenha o equilíbrio do ecossistema marinho, pois os equinoides são grandes consumidores de macroalgas e tem um papel preponderante na preservação da biodiversidade das algas marinhas. Este estudo analisa, nutricionalmente, a composição das gónadas do ouriço-do-mar de espinhos curtos dos Açores *Sphaerechinus granularis* (Lamarck, 1816) ao redor da zona costeira da ilha Terceira, constituído por uma amostra de sete lotes, em que cada lote compreende vinte indivíduos da mesma espécie, capturados através de mergulho em apneia em seis locais diferentes. Foram retiradas e analisadas as gónadas destes, assim como, efetuadas análises á Proteína Bruta, Matéria Seca, Cinza Bruta, Extrato Etéreo e Ácidos Gordos Totais. Em comparação com outros estudos efetuados as gónadas de, *Sphaerechinus granularis* apresentam índices de proteína média superiores aos estudos anteriores, uma média de Matéria Seca ligeiramente inferior a *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) e um perfil de ácidos gordos semelhante aos estudos realizados às gónadas de espécies como *P. lividus* e *Spatangus purpureus* (Mortensen, 1907). Verificou-se uma percentagem de proteína e uma fração lipídica especialmente polinsaturada elevadas, salientando que as gónadas deste equinoide apresentam concentrações em ácidos gordos semelhantes aos óleos de peixe.

Palavras-Chave: Equinoides, Ácidos Gordos, Gónadas, *S. granularis*, Aquacultura.

Abstract

Sea urchins have a spatial dispersion that extends to all oceans, from the North Atlantic, the southern Pacific Ocean, the Macaronesian Islands, the Mediterranean Sea, the Indian Ocean and the Arctic. Equinoids are highly valued in certain areas and markets such as Chile, Japan, the United States, and France. Their gonads are considered a delicacy in most places where they are marketed. International markets are increasing the pressure on their organoleptic and nutritional quality of gonads. Over the years, the overfishing of these organisms has intensified, and there is a need for prevent and regulate measures to ensure that equinoid stocks are sustainably traded, and to maintain the balance of the marine ecosystem as equinoids are major consumers. macroalgae and has a major role in preserving seaweed biodiversity. This study analyzes nutritionally the composition of the gonads of sea urchins *Sphaerechinus granularis* (Lamarck, 1816) in Azores around the coastal zone of Terceira Island, consisting of a sample of seven lots, each lot comprising twenty individuals of the same species, captured by snorkeling in six different locations. Their gonads were removed and analyzed, as well as Crude Protein, Dry Matter, Crude Ash, Ethereal Extract and total Fatty Acids analyzes. Compared to other studies the gonads of *Sphaerechinus granularis*, they have higher average protein indexes than previous studies, an average Dry Matter slightly lower than *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) and a fatty acid profile similar to studies of the gonads of other species such as *P. lividus* and *Spatangus purpureus* (Mortensen, 1907). A high protein percentage and especially polyunsaturated lipid fraction were found, noting that the gonads of this equinoid have similar fatty acid concentrations as fish oils.

Key-Words: echinoids, fatty Acids, gonads, *S. granularis*, Aquaculture.

Índice

1 - Introdução	21
2 - Revisão Bibliográfica	23
2.1 - Filo Echinodermata - Classe Echinoidea.....	23
2.2 - Breve resumo da história-natural dos ouriços-do-mar.....	24
2.3 - <i>Sphaerechinus granularis</i> (Lamarck, 1816)	25
2.4 - Desenvolvimento das gónadas	26
2.5 - Gametogénese	28
2.6 - Os ouriços como alimento humano e sua produção	29
2.7 - Ouriços-do-mar e a aquacultura	31
3 - Metodologia	33
3.1 - Metodologia Analítica	35
3.1.1 - Determinação da Matéria seca	35
3.1.2 - Determinação da Matéria Seca Corrigida a 105°C AOAC (1990).....	35
3.1.3 - Determinação de Proteína bruta AOAC (1990).....	36
3.1.4 - Determinação do Extrato Etéreo AOAC (1990).....	38
3.1.5 - Determinação da Cinza bruta AOAC (1990)	39
3.1.6 - Determinação dos Ácidos Gordos AOAC (1990)	40
3.2 - Prova de degustação	41
4 - Resultados	42
5 - Discussão	46
6 - Conclusão	48
7 - Referências Bibliográficas	49

Índice de Figuras

Figura 1 - Imagem explicativa das zonas de captura de cada lote ao redor da ilha Terceira	2
Figura 2 - Captura, preparação e tratamento da amostra	2
Figura 3 - Acondicionamento e trituração de cada lote liofilizado	2
Figura 4 - Separação de fases para análise aos ácidos gordos.....	2
Figura 5 - Prova de degustação de ouriços-do-mar da espécie <i>Sphaerechinus granularis</i>	2

Índice de Quadros

Quadro 1 - Resultados das análises nutricionais às gónadas de ouriço-do-mar <i>Sphaerechinus granularis</i>	43
Quadro 2 - Resultados da análise aos ácidos gordos presentes nas gónadas de <i>S. granularis</i>	44

Índice de abreviaturas

ARA – Ácido Araquidónico

AG – Ácidos gordos

CB – Cinza bruta

DHA – Ácido Docosahexaenoico

EE – Extrato Etéreo

EPA – Ácido polinsaturado Eicosapentaenoico

EUA – Estados Unidos da América

MS – Matéria seca

NT – Azoto total

PB – Proteína bruta

P. lividus – espécie equinoide *Paracentroutus lividus* (Lamarck, 1816)

S. granularis – espécie equinoide *Sphaerechinus granularis* (Lamarck, 1816)

1 - Introdução

Os ouriços-do-mar têm tido uma importância crescente nas últimas décadas como recurso importante na indústria piscatória e na aquacultura, bem como na alimentação humana. Diversas espécies foram amplamente estudadas ao longo do tempo entre as quais se destacam: *P. lividus* (Lamarck, 1816) e *Strongylocentrotus* sp. (Brandt, 1835). Estes apresentam o corpo coberto de espinhos e uma ampla variedade de cores e são invertebrados marinhos que habitam em zonas rochosas a partir de um metro de profundidade. Algumas espécies são muito comuns na zona inter-mareal rochosa ficando retidos em poças durante a maré-baixa. A espécie mais conhecida e estudada é *Paracentrotus lividus* que habita em toda a bacia do Mediterrâneo, Atlântico Este a partir das ilhas Britânicas até Marrocos, incluindo as ilhas da Macaronésia (Açores, Canárias, Madeira e Cabo Verde). *P. lividus* é uma espécie comum em bacias rochosas e recifes rasos submareais que, quando juvenis, são confundidos com *Sphaerechinus granularis* (Lamarck, 1816) (Elmasry *et al.*, 2013; Cárcamo, 2015; Domínguez *et al.*, 2015).

Os ouriços-do-mar são um produto de crescente relevância na alimentação humana e nutrição, nomeadamente como matérias-primas para a produção de géneros alimentícios. As gónadas, em particular, são o produto conhecido como "ovas de ouriço-do-mar", que é considerado uma iguaria apreciada na Ásia, países da Bacia Mediterrânea e ocidentais. Desde a dinastia Ming (1368 a 1644) que o molho de ouriço-do-mar tem sido utilizado para alimento e, atualmente, o ouriço-do-mar mantêm-se um alimento apreciado na China, Coreias e Japão. As gónadas de ouriços-do-mar têm sido muito utilizadas como um alimento luxuoso no Japão, quer como ovas frescas, quer como alimentos processados. São, também, utilizadas em Sabah (Malásia) por uma tribo indígena conhecida como "Bajau Laut" que come ovas de ouriço-do-mar com arroz. O corpo do ouriço-do-mar, conhecido como testa, é então cheio de arroz, ovas e especiarias, sendo as misturas cozinhadas e posteriormente servidas aos convidados e clientes (Matisiori *et al.*, 2012; Shang *et al.*, 2014; Parvéz *et al.*, 2016).

As gónadas de ouriço-do-mar são intensamente colhidas em muitas partes do mundo sendo reconhecidas como uma iguaria. A pesca do ouriço-do-mar era conduzida por pescadores artesanais e o produto era vendido localmente. No entanto, a existência mais recente de importantes mercados do mundo, principalmente do Japão, que hoje absorvem grandes quantidades de ouriços, aumentaram a pressão da pesca. Nos últimos anos, as capturas mundiais de ouriços-do-mar têm-se expandido muito, de forma que o consumo natural da população do Japão, França, Chile, nordeste dos Estados Unidos da América, das províncias marítimas do Canadá, da costa oeste da América do Norte, da Califórnia até à Columbia Britânica, ter sido superada para satisfazer a grande procura. A pesca mundial de ouriços-do-mar atingiu um pico de 120.000 toneladas em 1995 tendo sido reportadas 82.000 toneladas em 2012. Mais de metade desta captura vem da recente pesca do Chile, que se expandiu para a captura da espécie *Loxechinus albus* (Molina, 1782).

Os maiores produtores de ouriço-do-mar são o Chile, o Japão, os EUA (essencialmente em cultura), Canadá, Rússia e China (Miyata, 2010). Chile é considerado o maior produtor, contribuindo com cerca de 45% da produção mundial em volume. Na Europa, os stocks de ouriço-do-mar *P. lividus*, nomeadamente em França e na Irlanda, foram objeto de sobrepesca na década de 1980 para suprir a mercado francês. *P. lividus* é valorizado pelas suas gónadas pelo sector da restauração ao longo do sul de Espanha, principalmente na Província de Cádiz, no Atlântico e ao longo das costas mediterrânicas

de França e da Irlanda. Tem grande importância comercial e alta procura do mercado, particularmente na bacia Mediterrânea. Hoje, em vários países, *P. lividus* é sujeito a pesca comercial intensiva e é uma das mais intensamente colhidas espécies de invertebrados bentônicos, devido ao seu valor nutritivo e à delicadeza organolética presente nas suas gónadas.

Três fatores são universalmente citados como importantes para o ciclo reprodutivo: dieta, fotoperíodo e temperatura. Vários trabalhos, repetidamente, têm sido levados a cabo, com a modificação do ciclo gametogénico, através de ensaios experimentais, e manipulação ao criar os ouriços-do-mar em ambiente controlado, para obter gónadas com características que aumentem o seu valor comercial. Vários estudos mostraram que os ouriços-do-mar alimentados com rações de alta qualidade melhoram a sua capacidade reprodutiva. Portanto, um dos aspetos críticos na manutenção de indivíduos produtivos no laboratório é a determinação de um regime de alimentação eficiente (Guettaf *et al.*, 2000; Cirino *et al.*, 2017).

Como consequência, os *stocks* de equinóides tiveram de ser rigorosamente controlados de modo a ser protegidos, tendo sido dado início a este processo com a espécie *Pseudocentrotus depressus* (A. Agassiz, 1864) (Yamabe, 1962). Foram testadas várias soluções possíveis, a criação de juvenis em habitats naturais, a maricultura em gaiolas imersas, isoladamente ou em policultura e sistemas fechados sustentados em terra, que permitem o controlo de cada fase do ciclo biológico (Sánchez-España *et al.*, 2004; Tomsic *et al.*, 2010; Matsiori *et al.*, 2012; Brundu *et al.*, 2016; Parvéz *et al.*, 2016).

No que diz respeito a factos nutricionais, em cada 100 g de gónadas de ouriço-do-mar, estão contidas 172 calorias e muito pouca gordura, quase toda gordura insaturada. O consumo destas gorduras ajuda na redução do nível de colesterol total. Os ouriços-do-mar, também, contêm ómega-3 e AG, que podem ajudar na redução da pressão arterial e reduzir o risco de um batimento cardíaco anormal (Sánchez-España *et al.*, 2004; Tomsic *et al.*, 2010; Matsiori *et al.*, 2012; Brundu *et al.*, 2016; Parvéz *et al.*, 2016).

Nas últimas décadas, *P. lividus* do Mediterrâneo tem sido amplamente utilizado para estudar os efeitos antioxidantes (incluindo aldeídos polinsaturados, hidroxiácidos, oxoácidos epoxiálcoois), metabólitos secundários citotóxicos derivados da oxidação de AG em diatomáceas. Entre os antioxidantes, os aldeídos polinsaturados derivados de diatomáceas (PUAs) e os hidroxiácidos (HEPEs) têm sido os mais estudados a partir dos aspetos morfológicos e pontos de vista moleculares (Ruoco *et al.*, 2017).

S. granularis, sendo uma espécie pouco estudada, apresenta características físicas e organoléticas semelhantes a outras espécies, embora as ovas desta espécie sejam menos apreciadas que as de *P. lividus*. *S. granularis* é um equinoide grande que atinge um diâmetro de testa de até 140 milímetros. As gónadas grandes estão presentes de outubro a abril. Tem uma taxa de crescimento rápida comparada com a de outros equinóides, o que pode ser manipulado ao melhorar a sua dieta (Guillou & Lumingas, 1998). Existe interesse no seu estudo nutricional e comercial, sendo um alimento extremamente apreciado e até mesmo considerado uma iguaria em alguns países (Afonso *et al.*, 2015). Desta forma, esta dissertação tem como objetivo estudar e analisar as características biológicas e nutricionais de *S. granularis*.