

---

## 1 – INTRODUÇÃO

A biotecnologia resulta da integração das ciências da vida e da engenharia, de forma a conseguir a aplicação de organismos, células, em produtos e serviços. Isso inclui o desenvolvimento de processos condizentes com a elaboração e a obtenção de produtos de interesse para a área biomédica (vacinas, novos métodos de diagnóstico), para a indústria farmacêutica (desenvolvimento de biofármacos), para a agro-indústria (melhoramento da produção pecuária, desenvolvimento de bio-insecticidas e sementes), para a indústria alimentícia (processos de produção onde intervêm bactérias, fungos, enzimas) e para o ambiente (a utilização de agentes biológicos para o controle e saneamento ambiental, tratamento de efluentes), entre outros (Lima e Mota, 2003).

A biodiversidade é modernamente entendida como a multiplicidade dos seres vivos presentes na biosfera, e compreende três níveis principais: o da diversidade genética ou molecular, o da diversidade taxonómica e o da diversidade ecológica. A grande diversidade de organismos com potencialidades biotecnológicas que tem vindo a ser objecto de estudo nos últimos anos é uma consequência da implementação de técnicas inovadoras, aliadas a abordagens biológicas e interdisciplinares (Lima e Mota, 2003).

A resposta à diversidade de espécies pode variar dependendo do grupo de espécies estudadas e o tipo de variável estrutural que é escolhido (Atauri & Lucio, 2001). O que é estudado é uma importante variável estrutural e pode variar entre os estudos, dependendo, por exemplo, requisitos do grupo de espécies, e a perspectiva científica para o trabalho em questão (Tews *et al.*, 2004).

A pele é um modelo excelente para o estudo da biologia básica da regeneração de órgãos e para a abordagem da medicina regenerativa. A identificação de aspectos comuns entre a regeneração da pele e a regeneração de outros órgãos poderão proporcionar grandes avanços na medicina regenerativa (Yu *et al.*, 2008). Actualmente, existem vários estudos referentes à pele de humanos (função, resposta a raios UV, modelação) (Norlén, 2001; Bernerd, 2005; Yu *et al.*, 2008), contudo não há muitas referências a estudos com pele de peixes como modelo. Mais concretamente na área de regeneração/ formação da pele (escamas), sistemas biológicos e moleculares envolvidos no processo.

Alguns dos estudos realizados nesta área, tais como identificação de uma padrão na deposição das escamas (escamosidade); identificação das interações a nível celular da epiderme-derme; processo de calcificação no processo de regeneração (Sire and Quilhac, 1997; Ohira *et al.*, 2007), revelam a importância deste tema.

Neste estudo utilizou-se a dourada, *S. aurata*, como material biológico, pois não existem muitos estudos nesta área com este tipo de peixe e também devido ao tamanho do seu corpo possibilitar uma remoção dos tecidos com maior facilidade, etapa importante neste estudo.

### 1.1 – A pele

#### 1.1.1 A pele dos Humanos

O corpo do ser humano é revestido pelo tegumento, o qual é um invólucro protector que inclui a pele e todas as estruturas derivadas ou associadas com a pele (figura 1), tais como pêlos, cabelos, sedas, escamas e penas. (Hickman *et al.*, 2004) A pele reveste praticamente toda a superfície do corpo e representa aproximadamente 16% do peso corporal, constituindo uma barreira defensiva e reguladora que separa o nosso meio interno do mundo exterior<sup>[1]</sup>.

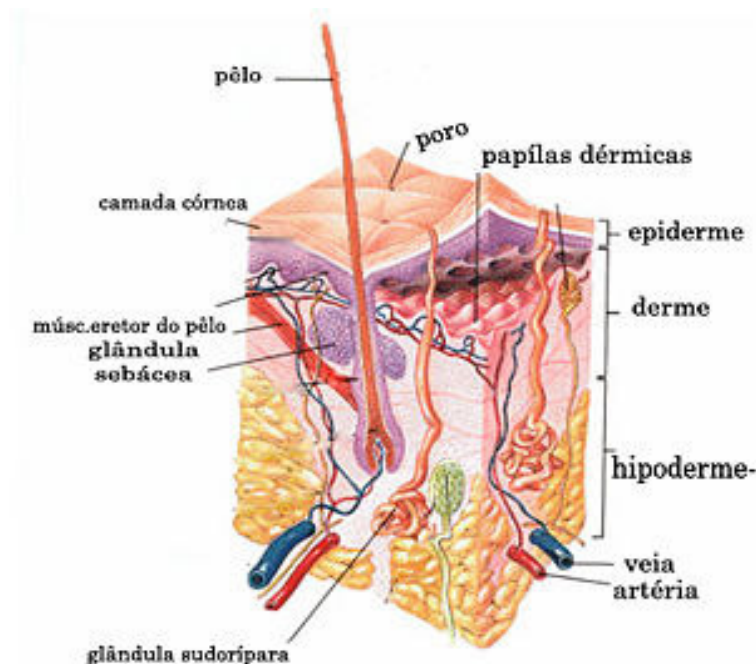


Figura 1 – Imagem representativa da pele de humanos.

---

### 1.1.2 - Função da pele no Homem

A pele não é uniforme em toda a superfície cutânea, uma vez que se adapta, segundo as zonas, às funções que tem de desempenhar. As funções básicas da pele são protecção, termorregulação, sensação, secreção e excreção.

A protecção é devido à sua textura especial e composição, que protege os órgãos internos de traumatismos mecânicos, físicos e químicos, evitando simultaneamente a perda de água e de electrólitos a partir do interior. A pele protege dos traumatismos mecânicos, através dos estratos dérmicos e hipodérmicos, que actuam como se fossem “almofadas”. Também protege dos traumatismos físicos, como radiações UV, através da pigmentação epidérmica e dos traumatismos químicos, impedindo a sua penetração através de um epitélio celular compacto, a nível superficial.

A pele apresenta uma função no sistema imune inato – barreira física. As secreções das glândulas sebáceas e sudoríparas originam a formação de um manto ligeiramente ácido sobre a superfície da pele, com um pH entre 5 e 6. Este revestimento ácido tem uma função protectora, inibindo o desenvolvimento de bactérias e fungos existentes na pele.<sup>[1]</sup>

Secreções da pele realizada pelas glândulas secretoras, podem tornar um animal sexualmente atraente ou repugnante ou fornecer pistas olfactivas que influenciam interacções comportamentais entre os animais.

A pele tem uma importância vital para a manutenção das diferentes funções biológicas dos organismos. De tal forma, que o próprio organismo possui um mecanismo fisiológico que, em condições normais, garante a manutenção da integridade cutânea através de uma renovação celular constante e controlada.<sup>[1]</sup>

Os mamíferos possuem o corpo coberto de pêlos; pele com glândulas (mamárias, sudoríparas e sebáceas) e epiderme espessa revestida por queratina. A pele divide-se em três camadas: epiderme, derme e hipoderme, a última é formada por tecido adiposo, característica exclusiva dos mamíferos (Hickman *et al.*, 2004).

### 1.1.3 Função da pele/ escamas dos peixes

No caso dos peixes, a pele cobre todo o corpo e contém inúmeras glândulas mucosas, cuja secreção facilita o deslizar através da água e protege contra infecções, estando coberta de escamas no tronco e cauda. As escamas podem ter várias formas mas são sempre de origem dérmica (Fast et al., 2002).

A excreção é um processo pelo qual se eliminam substâncias nitrogenadas tóxicas (denominadas excretas ou excreções que provêm principalmente da degradação de aminoácidos ingeridos no alimento), produzidas durante o metabolismo celular.

Os peixes ósseos têm tendência a perder água por osmose, que compensam com a ingestão de grandes quantidades de água e excreção de sal activamente por células especializadas existentes nas brânquias.

### 1.1.4 Estrutura e organização da pele nos peixes ósseos

A estrutura da pele dos peixes não é complexa em comparação com os vertebrados terrestres, porque estes estão submetidos a menos stress e o ambiente é mais estável.

Os peixes apresentam uma pele espessa, revestida por escamas e rica em glândulas mucosas (epiderme estratificada). A pele divide-se em três camadas: epiderme; derme e hipoderme.

#### 1.1.4.1 - Epiderme

A epiderme pluriestratificada contém somente células vivas, em contraste com os vertebrados terrestres, em que a camada exterior é composta por células mortas, as células queratinizadas. A queratinização não é comum nos peixes, só ocorre em espécies submetidas a condições adversas do meio ambiente (Whitear, 1977, 1986). Nos peixes adultos a epiderme é constituída por várias regiões com funções diferentes: Estrato superficial, intermediário e camada basal.

O **estrato superficial** é composto por uma camada simples de células, a parte exterior apresenta micro pontes que retêm substâncias mucosas secretadas pela superfície

.....  
cutânea (Fishelson, 1984). Esta camada protege os peixes contra bactérias, fungos e parasitas, e, provavelmente, melhora a eficiência da secreção na superfície celular e, sendo rica em microfilamentos, presumivelmente filamentos de queratina, garante ao animal protecção contra choques osmóticos (Quilhac and Sire, 1999). Estas células epidérmicas exteriores não são renovadas periodicamente, mas são substituídas individualmente quando mortas. (Le Guellec *et al.*, 2004)

O **estrato intermediário** é composto por vários tipos de células especializadas: glândulas mucosas unicelulares, que produzem substâncias antifúngicas, e antibacterianas; “*club cells*” e células sensoriais (Pfeiffer *et al.*, 1971). A maioria das células presentes na região intermediária continua indiferenciada, servem como reservatório para substituir as células mortas em cada uma das regiões da epiderme e podem dividir-se rapidamente quando necessário, como por exemplo durante a cicatrização. (Quilhac and Sire, 1999)

A **camada basal** tem como função principal manter a epiderme ligada à derme subjacente por meio de estruturas (hemidesmossomas) que se encontram na camada basal. Esta camada apresenta funções adicionais, nomeadamente: está envolvida na produção precoce do colagénio da derme; interage com as células mesenquimais subjacentes para iniciar o desenvolvimento dos diversos elementos do esqueleto dérmico (escamas, barbatana radial e vários ossos dérmicos); e está, provavelmente, envolvida na deposição de substâncias na superfície epidérmica da região posterior das escamas (Sire and Huysseune, 2003).

Esta organização epidérmica em três estratos é idêntica em todos os peixes teleósteos. Somente na região intermediária existem modificações na espessura e composição das células da epiderme, que estão relacionadas com a ecologia e adaptação das espécies (Whitear, 1971<sup>a,b</sup>).

### 1.1.4.2 - Derme

A derme pode-se dividir em duas regiões, o estrato laxo e o estrato compacto. O **estrato laxo** (região superficial) é formado por um tecido conjuntivo rico em fibras de colagénio que contém numerosos fibroblastos, células nervosas, algumas células de pigmentação e escamas (Burdak, 1979; Sire, 1986). Sendo a pele uma superfície

respiratória, a camada superior da derme é fortemente vascularizada, especialmente em torno das escamas. (Le Guellec *et al.*, 2004)

O **estrato compacto** (região profunda) é caracterizado por uma densa organização da matriz de colagénio em camadas de células pavimentosas, onde alguns fibrócitos estão intercalados. Esta região também apresenta feixes de fibras de colagénio. A organização em pavimento da matriz de colagénio tem como principal função reforçar a pele fina para proteger o peixe, mas também torna a região superior transparente (Fujii, 1968).

### 1.1.4.3 – Hipoderme

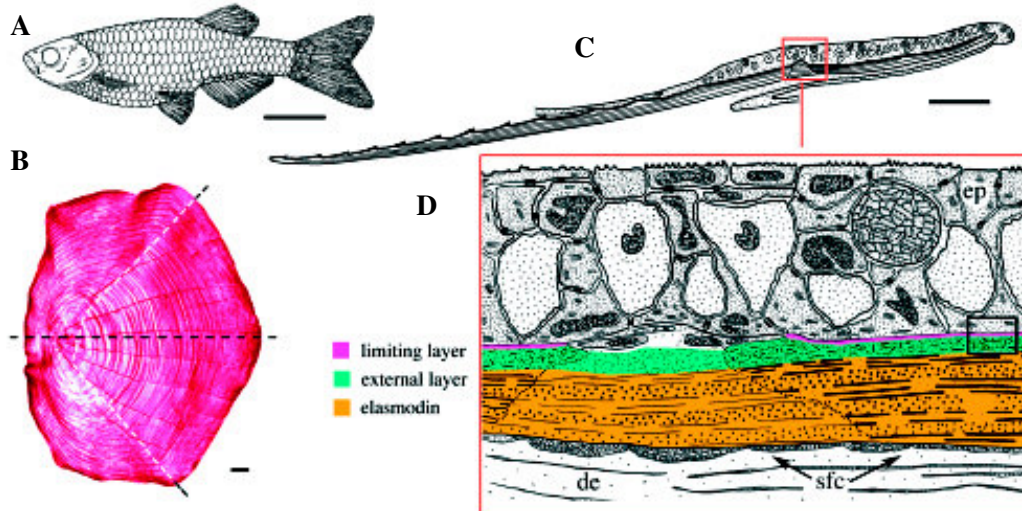
Sob a derme existe uma camada de tecido conjuntivo mais lasso, designada hipoderme que, em muitas partes do corpo, se transforma em tecido adiposo ou tecido celular subcutâneo. Esta camada separa a face interior da derme das células musculares subjacentes. A hipoderme está organizada por estruturas de colagénio pouco densas, cromatóforos (melanóforos, iridóforos e xantóforos), e tecido conjuntivo adiposo (Whitear *et al.*, 1980).

### 1.1.5 - Escamas ósseas/ Desenvolvimento

A maioria dos peixes ósseos (Teleósteos) apresenta uma derme bem diferenciada com escamas do tipo elasmóide (Le Guellec *et al.*, 2004; Sire *et al.*, 2000).

As escamas são um importante componente do esqueleto dermal e normalmente cobrem completamente o tecido epidérmico. Estruturalmente existem três tipos diferentes de escamas, cosmóides, ganóides e elasmóides.

As douradas, (*Sparus auratus*) o modelo utilizado neste estudo, são revestidas por inúmeras escamas elasmóides, orientadas verticalmente e longitudinalmente, formando um padrão regular, semelhante ao apresentado pelo modelo da figura 2A. Estas são relativamente finas e contêm lâminas de colagénio localizadas na região superior da derme, perto da epiderme (Sire & Akimenko, 2004).



**Figura 2** – (A) Padrão das escamas no peixe-zebra (*Danio rerio*) adulto. (B) Escama isolada. A epiderme cobre a maioria da superfície da escama; a linha branco pontilhada indica o limite anterior da cobertura da epiderme. A linha preta pontilhada indica a secção em (C). (C) Secção longitudinal da escama mostrando a relação com os tecidos vizinhos, especialmente a epiderme. (D) Detalhe da área em (C) ilustrando os vários componentes da escama. Notar a relação entre as células da epiderme basal e da superfície da escama. Ep, epiderme; de, estroma dermal; sfc, células “formadoras de escamas” (Sire & Akimenko, 2004).

Cada escama está rodeada por uma camada de células semelhantes a osteoblastos, designadas por escleroblastos ou células “formadoras de escamas” (Quilhac & Sire, 1999). Os osteoblastos são células responsáveis pela produção e mineralização da matriz extracelular.

Muitos teleósteos apresentam osso acelular, que é caracterizado pela ausência de osteoblastos e osteoclastos (Weiss & Watabe, 1979). No entanto, as escamas dos teleósteos são tecidos calcificados que contêm osteoblastos e osteoclastos (células que formam e reabsorvem o tecido ósseo, respectivamente) idênticos aos encontrados nos ossos dos mamíferos (Suzuki & Hattori, 2003).

As escamas têm origem na derme, ou seja, na camada profunda da pele e são formadas por tecido ósseo. A formação das escamas é um processo que também requer atenção, pois está directamente relacionado com o desenvolvimento da pele (figura 3).

Os tecidos envolvidos na formação das escamas, do interior para o exterior, são: placa basal, camada externa e camada limitante (Sire and Huysseune, 2003).

A invasão do estroma dermal pelos fibroblastos é concomitante com a diferenciação das células da camada basal epidérmica (Sire and Akimenko, 2004). Os fibroblastos



Os estudos do desenvolvimento das escamas a nível molecular são raros, pois a maior parte dos esforços dos genéticos e biólogos têm-se concentrado na pele de rato e galinha, pois são modelos mais adequados, como modelos terrestres, para estudos mais especializados que a pele do peixe (Sire and Akimenko, 2004).

Estudos preliminares têm mostrado que alguns genes conhecidos envolvidos no controlo da organogénese (formação e desenvolvimento dos diferentes órgãos de um organismo) são expressos durante o desenvolvimento das escamas, tais como: a expressão do gene *sonic hedgehog* (*shh*) durante o desenvolvimento das escamas de peixe-zebra (*Danio rerio*) para testar os mecanismos de controlo das interacções epitelial-mesenquimal e estas possam ser generalizadas em vertebrados (Sire and Akimenko, 2004); o papel do colagénio no processo de calcificação e regeneração da placa basal (Ohira *et al.*, 2007); formação do colagénio e células responsáveis pela síntese da matriz extracelular através de hibridação *in situ* utilizando uma sonda de colagénio tipo I em tecido de peixe-zebra (Guellec and Sire, 2004); acompanhamento com o auxílio de marcadores moleculares o desenvolvimento da epiderme em peixe zebra e identificação dos pontos de interacção epiderme-derme através de marcadores como proteína de ligação ao retinol 4 (*rbp4*), apolipoproteína Eb (*apoeb*) e receptor de estrogénio 2a (*esr2a*) em pele de peixe-zebra (Babin *et al.*, 2006).

### 1.2 – Sistema Imunitário dos Peixes

O sistema imunitário dos peixes é dividido em duas categorias: imunidade específica ou adquirida e imunidade não específica ou inata (Siwiki & Anderson, 1993a; Benjamini *et al.*, 1996; Raa, 1996). A pele tem um papel fundamental com barreira e um componente chave de resposta inata.

#### 1.2.1 – Sistema imunológico específico

A defesa específica dos peixes é constituída por reacções complexas que necessitam de ser activadas e por isso não há uma resposta imunitária de defesa imediata, demorando algum tempo a actuar (Anderson *et al.*, 1992; Siwiki & Anderson, 1993a; Wedemeyer, 1996; Manning, 1998).

-----  
A resposta imunitária específica é aquela que o animal desenvolve ao longo da sua vida e é colectivamente denominada imunidade mediada por células específicas. Ocorre como resultado de infecções e tem como alvo antígenos geneticamente determinados nos microrganismos invasores, que estimulam o sistema imunológico dos peixes para produzir linfócitos T activos e anticorpos que se ligam ao antígeno e o inactivam ou facilitam a sua captura pelos macrófagos (Anderson, 1992; Raa, 1996; Wedemeyer, 1996; Manning, 1998; Rovina i Pato, 1998).

Infelizmente os peixes produzem anticorpos relativamente devagar, particularmente com temperaturas baixas mas, se o peixe já estiver previamente imunizado, os anticorpos podem já estar disponíveis ou podem ser produzidos com rapidez suficiente para fornecerem protecção (Wedemeyer, 1996).

É ainda de salientar que a imunidade específica nos peixes, é menos desenvolvida que nos mamíferos (Anderson, 1990; Anderson, 1992; Anderson & Siwiki, 1994a e b; Raa, 1996) e a resposta imunológica específica dos peixes está integrada com as defesas de origem mais antiga (imunidade não específica), em que a mais notável talvez seja a fagocitose (Manning, 1998).

### **1.2.2 – Sistema imunológico não específico**

A resposta de protecção não específica ou inata é direccionada contra microrganismos ou substâncias estranhas no geral, e não tem como alvo patógenos específicos ou antígenos (Anderson & Siwiki, 1994a; Raa, 1996; Benjamini et al., 1996; Wedemeyer, 1996; Manning, 1998).

Na primeira linha de defesa da chamada imunidade não específica, estão mecanismos não celulares como a pele, as escamas, o muco da pele, o muco das brânquias e o muco intestinal; mecanismos humorais, secreções tóxicas que alguns peixes possuem, proteínas do plasma, enzimas (ex. lisozima, lectinas e lactoperoxidase) e componentes do complemento; mecanismos celulares, células citotóxicas não específicas, celulares fagocitárias e proteínas do sangue (Anderson, 1990; Anderson, 1992; Lall & Oliver,

.....  
1993; Siwiki & Anderson, 1993a e b; Benjamini et al., 1996; Raa, 1996; Wedemeyer, 1996; Manning, 1998; Borrego, 1997; Rovira i Pato, 1998).

A camada epidérmica da pele tem um papel importante neste aspecto uma vez que, secreta o muco que cobre a superfície epidérmica sendo esta a primeira linha de defesa contra agentes patogénicos, e proporciona também uma protecção física (Fast et al., 2002).

A camada de muco da pele e a epiderme são importantes na defesa dos peixes, porque são os primeiros locais de interacção entre o hospedeiro, e potenciais agentes patogénicos. No interior destas camadas existem muitas enzimas e proteínas antimicrobianas, que estão envolvidas na imunidade inata dos peixes (Cole et al., 1997; Dalmo et al., 1997; Ebran et al., 2000; Oren and Shai, 1996; Patrzykat et al., 2001; Smith et al., 2000).

### **1.3 – Regeneração – danificação do tecido**

Nos peixes teleósteos, bem como em muitas espécies em cativeiro, a perda das escamas e de numerosas regiões da derme superficial resulta em grandes ferimentos na superfície da epiderme. Contudo estes indivíduos recuperam rapidamente destas lesões, embora uma grande superfície da epiderme fique carenciada de protecção, pois esta funciona como uma barreira de protecção impedindo o choque osmótico e a entrada de agentes patogénicos existentes na água. (Bereiter-Hahn, 1986). Obviamente, porque é esta a sua função principal, esta protecção deve ser restaurada rapidamente como defesa contra o ambiente externo (Quilhac and Sire, 1999).

A cicatrização de feridas superficiais é conhecida em mamíferos e anfíbios. Geralmente, a reparação decorre seguindo uma sequência ordenada de eventos bioquímicos e celulares resultando na recuperação dos tecidos lesionados subepidérmicos. (Radice 1980<sup>a</sup>, 1980b; Pollack, 1984; Vanable, 1989).

Apesar da cicatrização dos ferimentos, em peixes ciclídeos, da epiderme se processar de forma rápida, a superfície dermal (SPL (revestimento do “scale pocket”) e feixes de colagénio em falta na derme) quando sujeita a um choque osmótico ou outras agressões externas (agentes patogénicos), é reparada após algumas horas. Os tecidos da camada

.....  
subepidérmica são capazes de resistir a uma longa exposição a agressões externas (Quilhac and Sire, 1999).

As células do SPL podem resistir ao choque osmótico durante pelo menos 3 horas sem apresentarem qualquer lesão no tecido. A “reação” da primeira célula do SPL é detectada 3 horas após a lesão, em regiões onde não houve cicatrização de epiderme (Quilhac and Sire, 1999).

A derme apresenta duas formas de reação às lesões de acordo com a extensão da agressão, isto é, abaixo da SLP onde não está directamente exposta, ou na derme onde está directamente exposta ao choque osmótico (Quilhac and Sire, 1999).

Outro factor de protecção importante da pele dos teleósteos é o muco porque contém anticorpos contra os antígenos bacterianos e enzimas proteolíticas (Mittal and Munshi, 1974).

### **1.4 – Processo morfológico de regeneração das escamas:**

Após a remoção das escamas, fica um espaço que não contém células susceptíveis de observação (scale pocket). A epiderme e tecido conjuntivo até à extremidade distal dos scale pocket foram removidos e perdidos. A reepitelização da área que sofreu a lesão ocorreu com um dia do processo de regeneração das escamas. Na região posterior do scale pocket, apenas sob a epiderme regenerada, foram reportadas células fusiformes que contêm um núcleo oval com 1-3 nucléolos. Estas células aparecem dois dias após a remoção das escamas e acumulam-se na parte posterior do scale pocket onde formam múltiplos agrupamentos celulares. O primeiro sinal de produção da matriz das escamas foi encontrado também dois dias após a remoção das mesmas. A matriz extracelular observa-se no interior da região central dos agregados celulares (Y. Ohira et al., 2007).

O processo de regeneração das escamas é evidente nos primeiros 5 dias após lesão/remoção das mesmas. A formação das escamas primordiais é importante para uma regeneração rápida da área. Múltiplas escamas primordiais similares foram também encontradas em ciclídeos no processo de regeneração do scale pocket, sugerindo que a formação e o crescimento rápido das escamas na fase inicial da regeneração é comum nos peixes (Sire J-Y. et al., 1984; Y. Ohira et al., 2007).

---

#### 1.4.1 – Rápida produção da matriz da camada óssea:

A produção da matriz da camada óssea e iniciação da produção da placa basal ocorre a partir dos 3 até aos 5 dias após remoção das escamas (Y. Ohira et al., 2007).

Primeiro, a produção da matriz resulta em agregados celulares. Em seguida, fundem-se os agregados da matriz e formam a camada óssea, e inicia-se a produção da placa basal. Em concomitância com o início da produção da placa basal, ocorre a diferenciação morfológica das células que dão origem às escamas. Nesta fase a calcificação da camada óssea avança rapidamente (Y. Ohira et al., 2007).

A produção da matriz ao longo da placa basal ocorre em simultâneo com o crescimento da camada óssea. Sete dias após a remoção, a camada regenerativa das escamas é composta por 2-3 camadas da placa basal e pela camada óssea (Y. Ohira et al., 2007).

Y. Ohira et al (2007) demonstrou que a capacidade de regeneração da camada óssea, especialmente no início da fase, apresenta uma superfície rugosa sendo frequentemente associada a orifícios na matriz. Essa rugosidade na matriz da camada óssea pode resultar da produção extremamente activa da matriz durante a regeneração. No entanto, a rugosidade na superfície e os orifícios na matriz óssea, bem como o número de células associadas a esses processos, diminuem ao fim de 28 dias. Estes dados sugerem que a remodelação da camada óssea ocorre durante a regeneração das escamas (Y. Ohira et al., 2007).

A presença de células osteoclásticas que reabsorvem a camada óssea durante o crescimento das escamas já foi demonstrada em truta (P. Persson et al., 1995;1999).

#### 1.5 – Técnicas para avaliar o processo de regeneração da escama

Os estudos realizados para observação do processo de regeneração podem ser completados através de várias ferramentas de estudo, tais como: a **histologia**, que permite identificar a estrutura do material biológico e a forma como os seus componentes se inter-relacionam, tanto estrutural quanto funcionalmente; a **imunohistoquímica**, que utiliza anticorpos para identificar estruturas tecidulares (que funcionam como antigénios) *in situ*. O objectivo principal desta técnica consiste em

.....  
localizar e identificar proteínas que fazem parte da constituição dos tecidos. O princípio básico incide num conjunto de reacções específicas (interacções anticorpo-antigénio), que conferem cor aos compostos que se pretende estudar. A imunocitoquímica apresenta-se como um meio de identificação de várias estruturas celulares (através dos respectivos antigénios) e patogénicas (neoplásicas ou não), bem como das consequências, a nível funcional e morfológico, da acção desses mesmos elementos; através de **análise molecular** para verificar a expressão de genes alvo ou mesmo alteração dos mesmos; hibridação *in situ* permite identificar o locus cromossómico onde se localiza uma determinada sequência de DNA ou RNA através do uso de sondas (Lodish *et al.*, 1995); a técnica de **microarray** permite a análise comparativa da expressão de vários genes perante uma dada situação experimental, sendo assim possível a elucidação da função de muitos genes ainda não anotados ou com pouca informação sobre eles (Ferraresso *et al.*, a publicar).

### 1.6 - A Dourada como espécie modelo

Neste trabalho utilizou-se a dourada (*Sparus aurata*) como espécie modelo. Pertence à família *Sparidae*, sendo um peixe com uma actividade metabólica relativamente elevada. O estudo do mecanismo de regeneração das escamas neste animal tem particular interesse, uma vez que os trabalhos realizados nesta área utilizaram peixes com uma actividade metabólica reduzida.

Este peixe é um teleosteo marinho, apresenta uma mancha negra por cima do opérculo e uma mancha amarelo-dourada em crescente entre os olhos, envolvida por duas zonas escuras. Pode atingir 70 cm de comprimento e vive no infralitoral, em fundos arenosos ou rochosos, podendo surgir em águas salobras. Habitam no Oceano Atlântico desde as Ilhas Britânicas até Cabo Verde, incluindo o Mar Mediterrâneo, a sua alimentação é à base de outros peixes invertebrados e matéria vegetal. São hermafroditas proandrícos ou seja, mudam de sexo de macho para fêmea, entre os dois e os quatro anos de idade. A época de reprodução ocorre entre Outubro e Dezembro (Pillay, 1990; Saldanha, 1997; Miller e Loates, 1997). A dourada tem um elevado valor comercial e é uma das principais espécies de produção em aquacultura no sul da Europa e este facto têm impulsionado a investigação no que respeita não só à cultura mas também à fisiologia destes animais (Pillay, 1990).

A dourada apresenta uma elevada importância para a aquacultura devido a um aumento nos estudos realizados nos últimos anos em áreas como, imunologia, endocrinologia, morfologia do osso e fisiologia muscular. O desenvolvimento e implementação das várias ferramentas genómicas em dourada podem providenciar uma ponte entre esta espécie e os Perciformes, podendo atribuir à *S. aurata* o estatuto de organismo modelo marinho.

## **2 – OBJECTIVOS**

A realização da presente tese de mestrado tem como objectivo principal estudar o processo de regeneração de escamas em douradas e esclarecer os mecanismos de regulação por detrás deste processo. A caracterização morfológica da estrutura da pele e escama de dourada também será efectuada. Pretende-se, ainda, avaliar as consequências morfológicas de remoção de escamas e a sua subsequente regeneração durante 3 e 7 dias em relação ao controlo e, também, identificar as células características da escama através da utilização de marcadores moleculares.