

# Pele Humana Para Transplantes e Testes Farmacológicos

Joana D'Arc Félix de Sousa e Ângela Ferreira de Oliveira

## Introdução

Dentre as diversas pesquisas realizadas na área de bioengenharia de tecidos, a criação *in vitro* de tecidos vivos torna-se uma das mais promissoras formas de atuação científica. Neste caminho, cada vez mais têm sido descritos novos substitutos cutâneos para o tratamento de grandes lesões da pele. O consenso em relação à importância da oclusão precoce de áreas cruentas motivou o interesse por materiais sintéticos ou biológicos a serem utilizados como substitutos cutâneos, entre eles: auto-enxertos, aloenxertos de pele e curativos biosintéticos (BELL et al, 1981).

Infelizmente, até o momento, os métodos para cultura de tecidos como os usados em transplantes de peles são muito caros, mas não há dúvidas de que os enxertos autógenos perduram como a alternativa de escolha para o fechamento definitivo de áreas cruentas. Porém, alguns pacientes apresentam escassez de áreas doadoras de pele e, o problema da escassez de áreas doadoras nunca foi totalmente solucionado (TANNER et al, 1964).

Nesta pesquisa, a bioengenharia de tecidos permitiu transformar tecidos suínos em materiais compatíveis com o organismo humano. A derme suína foi escolhida porque sua composição é 78% compatível com a derme humana. Sabe-se hoje, que por sua semelhança com o homem, várias partes do organismo dos suínos podem ser utilizadas em medicina humana. Na medicina atual, a pele dos suínos pode ser usada em transplantes temporários no homem, nos casos de queimaduras de terceiro grau, que causam grandes descontinuidades de sua pele; infelizmente ela não serve para transplantes definitivos, devido à sua rejeição (ROPPA, 2012).

Com o objetivo de tornar os xenotransplantes de peles temporários em xenotransplantes de peles definitivos, desenvolvemos uma técnica de purificação da pele suína, para que uma vez transplantada, elimine os problemas de rejeição sem colocar em risco o sistema imunológico do paciente transplantado. A pele humana artificial resultante pode ser utilizada em transplantes definitivos de peles e em testes farmacológicos.

Demonstrar a eficácia desse tipo de tecnologia, bem como sua viabilidade econômica, é particularmente importante no contexto brasileiro, porque os bancos de pele, com tecidos provenientes de doadores humanos, são raros, estando presentes apenas em São Paulo, em Porto Alegre, Curitiba e no Recife. Em Santa Maria/RS essa escassez foi um problema, devido às várias vítimas afetadas por queimaduras graves em um incêndio numa casa de shows que também matou centenas de jovens no início de 2013.

## Metodologia, Resultados e Discussões

**A. Colágeno Gelificado Sustentável (Gelatina).** É extraído de serragens e aparas de *wet-blue* (resíduos sólidos classe I de curtumes), Figuras 1 e 2 (FÉLIX DE SOUSA, 2005).



**Figura 1.** Extração de colágeno gelificado sustentável, sulfato de cromo III sustentável e/ou hidróxido de cromo sustentável de serragens e aparas de *wet-blue* (FÉLIX DE SOUSA, 2005).

Lindomar Cailton





**Figura 2.** Geração de serragens e aparas de *wet-blue* e despejo inadequado em aterros sanitários (FÉLIX DE SOUSA, 2005).

Industrialmente o colágeno é extraído de carnaças (resíduos sólidos de curtumes, isentos de metais e não tóxicos), Figura 3. No Brasil, apenas quatro empresas realizam este processo, fazendo com que o colágeno tenha um alto valor comercial.



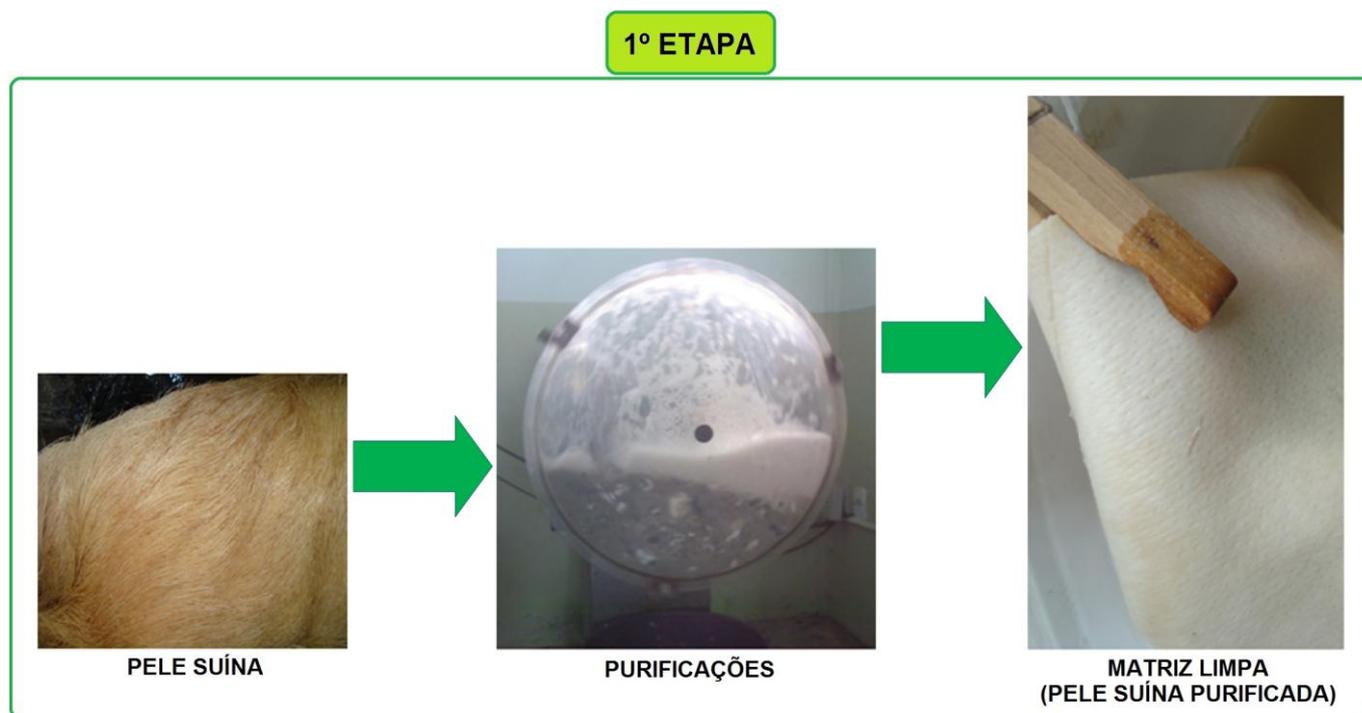
**Figura 3.** Carnaças, resíduo sólido de curtume isento de metais e não tóxico (FÉLIX DE SOUSA, 2009).

O colágeno gelificado sustentável (gelatina), Figura 1, foi analisado quimicamente e espectroscopicamente, evidenciando que o mesmo foi extraído com 100 % de pureza. Neste processo inédito de reaproveitamento, o valor do colágeno gelificado sustentável (gelatina) em sólido ficou em R\$ 1,45/kg; enquanto no mercado o mesmo é comercializado a R\$ 53,00/kg. O valor do sulfato de cromo III sustentável ficou em R\$ 0,45/kg e do hidróxido de cromo sustentável em R\$ 0,64/kg.

Com o reaproveitamento de serragens e aparas de *wet-blue* haverá um ganho empresarial do setor coureiro, pois com o emprego dos processos de reaproveitamento, os empresários ficarão livres do passivo ambiental, dos custos de transporte e de deposição de seus resíduos, tornando a indústria mais competitiva.

**B. Matriz de Pele Humana Artificial.** Tradicionalmente as peles suínas são utilizadas na culinária e, apenas uma pequena parcela é beneficiada em curtumes. Nesta pesquisa, de forma inédita e revolucionária, transformamos peles suínas em peles humanas artificiais com 100 % de compatibilidade, Figuras 4 e 5.

O processo de transformação de peles suínas em pele humana artificial ocorre em duas etapas. Na primeira etapa realiza-se a purificação da pele suína para a obtenção de uma matriz limpa (pele suína purificada), Figura 4. Nesse processo de purificação elimina-se todo o material genético associado ao tecido suíno (os materiais interfibrilares, as células, os pêlos e as gorduras) (FÉLIX DE SOUSA, 2002). Após essa etapa, a pele suína purificada resultante apresenta apenas duas camadas: epiderme e derme.



**Figura 4.** Processos de Purificação da pele suína para a obtenção de uma matriz limpa (pele suína purificada). (Profa. Dra. Joana Félix).

Lindomar Cailton



Na segunda etapa realiza-se a reposição do colágeno perdido pela pele suína durante a realização dos processos de purificação, além do fechamento dos poros, com colágeno gelificado sustentável (gelatina), Figura 1, para a obtenção de uma matriz de pele humana artificial, Figura 5. Os marcadores biológicos certificaram que as matrizes de pele humana artificial estão 100 % compatíveis com a pele humana natural.

O valor de uma matriz de pele humana artificial medindo 1,5 metros ficou em R\$ 84,52, mostrando que a eficácia desse tipo de tecnologia, bem como sua viabilidade econômica, é particularmente importante no contexto brasileiro.

O colágeno gelificado sustentável contribui para que a matriz de pele humana artificial, uma vez transplantada, elimine os problemas de rejeição sem colocar em risco o sistema imunológico do paciente transplantado, além de permitir que essa matriz de pele humana artificial seja capaz de reproduzir os mesmos tecidos biológicos e manter conservada as principais características biomecânicas e estruturais da pele humana natural. A pele humana artificial resultante tem o poder de recuperar as funcionalidades da pele humana natural porque ela é um modelo que mimetiza a pele humana com toda a sua estrutura de epiderme e derme. Ela permanecerá para sempre no paciente transplantado porque servirá de estrutura de apoio para que seu organismo reconstrua com eficácia a área de pele lesada.

Além do emprego em transplantes de pele, a matriz de pele humana artificial também poderá ser utilizada em queimados; para recuperar a pele de pessoas afetadas por tumores, hérnias ou feridas de difícil cicatrização; para testar produtos cosméticos e farmacêuticos a um custo mais baixo e sem o uso de animais; no desenvolvimento de novas estratégias de tratamento de patologias dermatológicas; além de seu uso em pesquisas de laboratório que hoje são feitas utilizando animais. Sabe-se que desde o início de 2009, uma diretiva da Comunidade Europeia Índia e Israel, indica que nenhum produto cosmético poderá ser avaliado quanto à segurança e eficácia em animais de laboratório.



**Figura 5.** Processos de reposição de colágeno e fechamento dos poros da matriz limpa (pele suína purificada) com colágeno gelificado sustentável (gelatina) para a obtenção de uma matriz de pele humana. (Profa. Dra. Joana Félix).

Lindomar Cailton



## Conclusão

A aplicação dos princípios da química verde na otimização de técnicas de produção mais limpa e redução de impactos ambientais para o desenvolvimento de processos de extração de colágeno gelificado sustentável (gelatina) a partir de serragens e aparas de *wet-blue* (resíduos sólidos classe I de curtumes), levou a uma grande redução dos custos dos processos de transformação de peles suínas em matrizes de pele humana artificial; além de oferecer uma destinação mais adequada a esses resíduos tóxicos, cancerígenos e mutagênicos, mostrando que é possível desenvolver uma relação de simbiose industrial entre o setor coureiro e o setor da saúde.

As tecnologias desenvolvidas apresentaram uma relação custo/benefício que contemplaram ótimas qualidades aliadas a baixos custos.

## Referências Bibliográficas

BELL, E.; EHLICH, H.P.; BUTTLE, D.J.; NAKATSUJI, T. Living Tissue Formed in *Vitro* and Accepted as Skin-Equivalent Tissue of Full Thickness. *Science*; nº 211, p. 1052, 1981.

FÉLIX DE SOUSA, J.D. Apostila: *Beneficiamento de Peles e Couros*, 2º Edição, Franca/SP, 2009.

FÉLIX DE SOUSA, J.D., 2005. *PI 0502277-0. PCT 000192.*

FÉLIX DE SOUSA, J.D., 2002. *PI 002358.*

ROPPIA, L. A Importância dos Suínos em Medicina Humana, *Mig-PLUS Agroindustrial*, 2012.

TANNER, J.C.; VANDEPUT, J.; OLLEY, J.F. The Mesh Skin Graft. *Plast. Reconstr. Surg.* n° 34, 1964.

**Ângela Ferreira de Oliveira**, continuou no projeto no lugar de Wesley. Concluiu o Curso Técnico em Curtimento 2013 e, atualmente está cursando o Curso Técnico em Meio Ambiente.

Com graduação, mestrado e doutorado pela UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas, a **Prof. Dra. Joana D’Arc Félix de Sousa** é Coordenadora do Curso Técnico em Curtimento da Etec Prof. Carmelino Corrêa Júnior, na cidade de Franca/SP, e ministra aulas de Couros e Peles. Orienta vários trabalhos de pré-iniciação científica, onde muitos deles foram premiados na MOP (Mostra Paulista de Ciências e Engenharia), FEBRACE (Feira Brasileira de Ciências e Engenharia) e BENCHMARKING. Foi eleita Professora Destaque da MOP 2013. Em 2014 representou o Brasil em Feiras de Ciências Internacionais realizadas em Los Angeles (Intel International Science and Engineering Fair 2014) e New York (Genius Olympiad 2014). O projeto Pele Humana Para Transplantes e Testes Farmacológicos foi reconhecido pela American Association of Pharmaceutical Scientists (AAPS) na Intel ISEF 2014.

Contatos pelo e-mail [joana.felix@hotmail.com](mailto:joana.felix@hotmail.com)

---