

---

## Clonagem e células-tronco: aplicações e perspectivas futuras Cloning and stem cells: applications and future perspectives

---

JÉISSICA DE OLIVEIRA DOS SANTOS<sup>1</sup>  
LEANDRO SILVA PIVATO<sup>2</sup>

**RESUMO:** Atualmente há muitas discussões em relação aos conceitos de clonagem (reprodutiva e terapêutica), células-tronco (embrionárias e adultas) e a terapia celular, bem como isso pode afetar as nossas vidas. Portanto a proposta desse trabalho de revisão é o de definir esses conceitos e posições sobre os aspectos éticos e políticos que envolvem a humanidade frente às questões ligadas à nova tecnologia de aplicação terapêutica com células-tronco, as quais abriram um novo campo de conhecimento, a da medicina regenerativa, cujo propósito é, por meio das aplicações destas células, induzir a regeneração de órgãos e tecido lesados, como, por exemplo, o coração, fígado e tecido nervoso. Espera-se assim que, em um futuro próximo, estas sejam a esperança de cura para inúmeras doenças, muitas vezes letais ou gravemente incapacitantes.

**Palavras-chave:** Clonagem. Células-Tronco. Ética.

**ABSTRACT:** Nowadays, there are many questions regarding concepts of cloning (reproductive and therapeutic), stem cells (embryonic and adult) and cell therapy and how it can affect our lives. Therefore, the objectives of this review work are to define these concepts and ethics and political aspects involving humanity in face of questions regarding the new technology of stem cells therapeutic application, which had opened a new area of knowledge, called regenerative medicine, which intends, with the application of stem cells, to induce the regeneration of injured tissues and

---

<sup>1</sup>Acadêmica do Curso de Ciências Biológicas da Faculdade Ingá – UNINGÁ

<sup>2</sup>Professor Mestre da Faculdade Ingá – UNINGÁ – Av. Colombo, 9727, Km 130, Cep 87070-080, Maringá-PR, e-mail: cienciasbiologicas@uninga.br

organs, as example, heart, liver and nervous tissues. It is expected, in the near future, these are the hope of cure for several diseases, sometimes lethal or severely incapacitating.

**Key-words:** Cloning. Stem Cells. Ethics.

## INTRODUÇÃO

Atualmente, a informação científica, como não poderia deixar de ser, está focalizada na discussão sobre clonagem humana com fins terapêuticos e reprodutivos.

A clonagem terapêutica era um assunto que não acarretava tantos debates no âmbito acadêmico e político, uma vez que seus benefícios tutelavam as angústias de todas as pessoas contra as inúmeras doenças que afligem a humanidade com a possível cura de algumas delas. Entretanto a clonagem reprodutiva exalta os ânimos, acalora os debates, alcança a liberdade e a dignidade do ser humano, e não se pacificam as opiniões sobre o tema.

Com o grande avanço da biotecnologia, alcançam no mundo, polêmicas discussões filosóficas, sociais, econômicas e jurídicas, frente a questões ligadas a clonagem terapêutica, por meio da reflexão dos princípios fundamentais da dignidade do ser humano e da proteção do material genético, harmoniosamente com princípios éticos, na qual se teme o comércio de embriões e óvulos e principalmente a abertura do caminho para a clonagem reprodutiva.

A clonagem é um processo natural ou artificial pelo qual é produzido um clone. Com a grande revolução da tão conhecida ovelha Dolly, amplamente divulgada pela imprensa, abriu-se caminhos para a possibilidade de clonagem humana. Esta foi a demonstração, pela primeira vez, de que era possível clonar um mamífero, isto é, produzir uma cópia geneticamente idêntica a partir de uma célula somática diferenciada.

O processo de clonagem reprodutiva foi, justamente, a descoberta de que uma célula somática de mamífero, já diferenciada, poderia ser reprogramada ao estágio inicial e voltar a ser totipotente.

As células-tronco estão presentes desde a vida embrionária até a vida adulta, e provavelmente até nossa morte. São elas as responsáveis pela formação do embrião e também pela manutenção dos tecidos na vida adulta.

Conceitualmente, as células-tronco apresentam duas características fundamentais: 1) auto-renovação ilimitada, ou seja, a capacidade de multiplicar-se gerando células iguais à célula original durante toda a vida, e; 2) totipotência, isto é, a capacidade de gerar os diferentes tipos celulares e podendo promover a cura de diversas doenças como o câncer, o mal de Alzheimer, cardiopatias entre outras.

É notável o seu impacto na sociedade, uma vez que as descobertas genéticas possibilitarão a salvação de milhões de vidas.

Portanto, os objetivos do presente trabalho de revisão são elucidar conceitos e expressar a posição sobre aspectos éticos em relação às pesquisas realizadas e à sociedade, esclarecer e mostrar que assim como a reprodução assistida trouxe esperança e a solução para as pessoas consideradas inférteis, a utilização das células-tronco embrionárias trará benefícios que incluem o tratamento de pessoas afetadas por doenças genéticas, doenças crônicas não infecciosas ou que estão incapacitadas por acidentes.

## REVISÃO DE LITERATURA

### Conceito de Clonagem

O termo clonagem deriva etimologicamente do grego *Klón*, que quer dizer broto. Este termo pode ser definido como uma técnica que tem por finalidade a obtenção de um clone, seja ele uma população de moléculas, células ou organismos que se originam de uma única célula e que são idênticas à célula original (ZATZ, 2004). Os tecidos, órgãos ou indivíduos resultantes são geneticamente idênticos, e seu genótipo será o mesmo, embora, por influências ambientais, poderão ser obtidos diferentes fenótipos (BUENO, 2007).

Logo após a fertilização, resultante da fusão do óvulo e do espermatozóide, inicia-se uma série de divisões celulares denominadas mitoses de clivagem. Este processo divide o zigoto inicialmente em duas células, duas em quatro, quatro em oito, onde pelo menos até esta fase, cada uma delas é capaz de se desenvolver em um ser humano completo. Estas são chamadas células totipotentes (ZATZ, 2004). Após 72 horas tem-se um número de aproximadamente 100 a 150 células, as quais podem ser chamadas, em seu conjunto, de blastocisto, que corresponde a células pluripotentes, entre o quarto e quinto dia após a fecundação, mas antes ainda da implantação no endométrio uterino, que ocorrerá a partir do sexto dia (VARELLA, 2004).

Segundo Zatz (2004) e Varella (2004), as células constituintes do blastocisto são as chamadas células-tronco embrionárias de capacidade pluripotente. Entretanto, esta pluripotência vai diminuir até extinguir-se, à medida que estas células-tronco proliferam.

### **Clonagem Reprodutiva**

De acordo com Alberts et al. (2006), a clonagem de organismos multicelulares completos é denominada de clonagem reprodutiva, na qual a necessidade de dois genitores foi descartada e substituída pela transferência nuclear.

Segundo Varella (2004) e Zatz (2004), a técnica de clonagem reprodutiva consiste em substituir o núcleo de um ovócito, previamente anucleado, pelo núcleo de uma célula somática. Largeault (2004) constata que o núcleo, assim transferido e reprogramado, recupera suas potencialidades embrionárias e deste modo, é transferido para um útero de aluguel, com a finalidade de gerar um novo ser cujo genoma seja idêntico ao do doador do material transferido.

Já se sabe que o processo de clonagem terapêutica não é fácil. De conformidade com Schramm (2003) e Souza e Elias (2005), o nascimento do primeiro mamífero, indicou a possibilidade de uma célula totalmente diferenciada gerar um indivíduo. A excepcional vantagem da clonagem reprodutiva, através de transferência de núcleo, foi à abertura de um verdadeiro caminho rumo à clonagem terapêutica, frente às inúmeras doenças para as quais a medicina não dispõe de alternativas eficazes de tratamento.

### **Clonagem Terapêutica**

A Clonagem terapêutica, segundo Coelho (2002) e Schwindt, Barnabé e Mello (2005), é um procedimento cujos estágios iniciais são idênticos à clonagem para fins reprodutivos, diferindo somente no fato do blastocisto não ser introduzido em um útero.

De acordo com os autores acima citados, este procedimento é empregado em laboratório por meio de cultura, onde são utilizados nutrientes e fatores de diferenciação adequados para a produção destas células-tronco a fim de produzirem tecidos idênticos ao do doador. Esta técnica tem como objetivo produzir uma cópia saudável do tecido ou do órgão de uma pessoa doente para serem induzidos na terapia celular, gerando perspectivas fantásticas para futuros tratamentos.

### **Células-tronco**

De acordo com Blanc (2005), todo organismo pluricelular é composto por diferentes tipos de células, e entre as trilhões existentes em um homem adulto, encontra-se mais de 200 tipos celulares distintos, que derivam de células precursoras chamadas células-tronco ou células-mãe ou células-mestras, isto é, células que têm o potencial de se transformar nas diferentes células formadoras dos muitos tecidos do corpo humano. Estas, segundo Bueno (2007), Malacinski, (2003) e Blanc (2005), no processo de diferenciação celular, que ocorre nos estágios iniciais do desenvolvimento do embrião, geram células especializadas, as quais só poderão fazer parte de um tecido específico.

De acordo com Pranke (2004), as células-tronco são classificadas de acordo com os tipos de células que podem gerar, de acordo com seu potencial: células-tronco totipotentes, células-tronco pluripotentes, células-tronco multipotentes, células-tronco oligopotentes e células-tronco unipotentes.

As células-tronco totipotentes, de acordo com Souza e Elias (2005), são capazes de se diferenciar em todos os 216 tecidos, inclusive a placenta e anexos embrionários. Correspondem às células resultantes das primeiras divisões celulares, após a fecundação, quando ela tem de 16 a 32 células.

Segundo Rumjanet (2002), células-tronco pluripotentes são as que conseguem se diferenciar em quase todos os tecidos humanos, exceto a placenta e os anexos embrionários.

As células-tronco multipotentes podem originar vários outros tipos celulares, mas estas apenas de uma família, como exemplo, as células hematopoiéticas presentes na medula óssea. Células-Tronco oligopotentes são células capazes de diferenciar-se em poucos tecidos, as quais se encontram como objeto de pesquisas, mas já se pode dizer que são encontradas no trato intestinal (RUMJANET, 2002).

Segundo o autor citado anteriormente, células-tronco unipotentes conseguem diferenciar-se apenas em um único tecido, ou seja, o tecido ao qual pertencem, mas têm propriedades de auto-renovação.

### **Células-tronco Embrionárias**

Segundo Colavitti e Girardi (2003), somente a partir de uma semana de vida, mais ou menos, é que estas células embrionárias começam a se diferenciar: algumas em células sanguíneas, outras cardíacas, outras cerebrais outras musculares e assim por diante. Esta

diferenciação permite que um embrião transforme-se em feto e finalmente em uma criança.

Com sua capacidade de regeneração e reposição, Bueno (2007) e Blanc (2005), consideram que as células-tronco são fundamentais para a renovação dos tecidos, ajudando no reparo de algumas lesões. Sendo assim, conforme afirma Pranke (2004), elas podem reconstituir qualquer tecido do organismo humano, comprovando que são as células que mais apresentam plasticidade.

### **Células-tronco Adultas**

Após o nascimento, conservamos quantidades significativas de células-tronco em diversas regiões do organismo, especialmente na medula óssea e no sangue do cordão umbilical de crianças e adultos. Estas células-tronco são igualmente dotadas de enorme poder de auto-renovação e de geração de células com funções específicas. Estudos têm demonstrado que elas possuem importante função no reparo e na manutenção da integridade dos tecidos nos quais se encontram (ZATZ, 2004; BUENO, 2007). Sabe-se que a quantidade de diferenciação destas células é pequena e não se sabe ainda quais são capazes de se diferenciar e em que células de outros órgãos e tecidos (SCHWINDT; BARNABÉ; MELLO, 2007). As células-tronco adultas mais conhecidas são as da medula óssea e do cordão umbilical.

Segundo um artigo publicado na revista *Scientific American Brasil* (Restauradoras da Vida, 2005), as células-tronco encontradas tanto na medula óssea como no cordão umbilical são consideradas células-tronco adultas. Estas originam as progenitoras da família do sangue e do sistema imunológico, possuem potencial limitado, capazes apenas de produzir variedades dentro de sua própria linhagem. Entretanto, descrições feitas no trabalho de Varella (2004), mostram que estas células-tronco presentes na medula óssea e cordão umbilical foram identificadas como células pluripotentes, pois poderiam tornar-se tecido ósseo, cartilagem, células adiposas dentre outros tecidos. Sendo assim, todas as evidências sugerem que sua capacidade de diferenciação seja limitada e que a maioria dos tecidos humanos não pode ser obtida a partir destas células.

Na medula óssea também são encontradas células tronco mesenquimais. São células não-hematopoiéticas multipotentes com alta capacidade de se renovar e se diferenciar em várias linhagens de tecido conjuntivo. Por sua capacidade de renovar-se e diferenciar-se em várias

linhagens do tecido conjuntivo, têm atraído a atenção de vários pesquisadores, pois também são de grande interesse para serem usadas no tratamento de diversas doenças (BITTENCOURT et al., 2006).

### **Aplicações Terapêuticas das Células-tronco**

Nos dias atuais, uma surpreendente soma de recursos materiais e humanos está sendo destinada ao estudo das células-tronco e do seu potencial na regeneração de tecidos e órgãos irremediavelmente lesados por doenças ou congenitamente mal formados. Assim a comunidade científica volta-se para os resultados destas, na esperança de encontrar soluções das inúmeras doenças que afligem a humanidade (SOUZA; ELIAS, 2005). Muitas conquistas já foram alcançadas. No entanto, espera-se ainda a comprovação de que foram elas mesmas as responsáveis pelas melhoras. Desde então, a imprensa vem divulgando estas conquistas com muito entusiasmo, criando grandes expectativas ao público, para uma nova era, a da medicina regenerativa por meio da terapia celular (Restauradoras da Vida, 2005). Na terapia celular, encontra-se a grande promessa de cura das doenças ligadas ao uso de células-tronco embrionárias como fonte potencialmente adequada, pois nenhuma de suas células se especializou ainda, possuindo um potencial múltiplo, podendo se diferenciar em praticamente qualquer tipo de células (BLANC, 2005).

### **Aplicações em Cardiologia**

As doenças cardiovasculares permanecem como uma grande causa de mortalidade na população de nosso país, sendo que o infarto agudo do miocárdio se sobressai entre elas. Entre os sobreviventes do infarto do miocárdio, muitos desenvolvem como seqüela a insuficiência cardíaca, o que gera grande morbidade com piora da qualidade de vida destes pacientes e um enorme consumo de recursos do sistema de saúde público e privado (SARMENTO; DOHMANN, 2004). Como já assinalamos, a pluripotencialidade das células-tronco tem aberto caminhos para novas possibilidades terapêuticas. Em vista disso, as aplicações na cardiologia têm demonstrado consideráveis avanços, sobretudo, em pacientes portadores de cardiopatia chagásica crônica e insuficiência cardíaca (SANTOS; SOARES; CARVALHO, 2004).

O mal de chagas é uma doença, cujo paciente conta com poucas alternativas de tratamento. Ela se caracteriza por uma resposta imune inflamatória, disparada pelo *Trypanossoma cruzi*, provocando destruição progressiva do miocárdio, levando à cardiomegalia, insuficiência

cardíaca, e conseqüente morte do indivíduo (SANTOS; SOARES; CARVALHO, 2004; BUENO, 2007).

De acordo com Segatto e Buscato (2007) e Santos, Soares e Carvalho (2004), o tratamento com células-tronco em pacientes chagásicos, consiste em retirar da medula óssea, do próprio paciente, células-tronco adultas e injetá-las, através de um cateter, na artéria femoral que, posteriormente, migram até as artérias coronárias.

É importante ressaltar que esta terapia não cura a doença. O que tem sido observado é a diminuição dos danos causados ao miocárdio, melhorando a função cardíaca em vista da redução da inflamação e regressão da fibrose (BUENO, 2007; SANTOS; SOARES; CARVALHO, 2004).

Os mecanismos que levam as células-tronco a migrarem para o miocárdio, após serem injetadas no organismo, têm sido bastante discutidos. De acordo com Vilas-Boas et al. (2004), para que ocorra a fixação destas células no miocárdio, é necessário que alguma citocina ou fator quimiotático esteja sendo produzido, atraindo as células.

Além da utilização desse tipo de tratamento em casos de doença de Chagas, as células-tronco adultas colhidas da medula óssea autóloga, estão sendo também usadas no tratamento da isquemia e do infarto agudo do miocárdio, auxiliando na melhora da função ventricular, perfusão miocárdica e reduzindo o tamanho do infarto (MURAD NETTO et al., 2004).

### **Aplicações em Neurologia**

No Brasil, movidos pelos resultados encorajadores obtidos pelo transplante de células-tronco hematopoiéticas autólogas em doenças auto-imunes, principalmente do sistema nervoso central, e pela pressão desesperada de pacientes e familiares, grupos de especialistas como neurologistas, hematologistas, imunologistas e cientistas básicos, discutem a possibilidade de implementar um protocolo de terapia celular no país (VOLTARELLI, 2004).

Uma das grandes promessas com o uso de células-tronco nesta área, segundo Blanc (2005), está ligada à possibilidade de criar neurônios para combater doenças, como males de Alzheimer, Parkinson, morte de neurônios nos casos de acidente vascular cerebral (AVC), dentre outros, podendo funcionar como células substitutas, reparando ou reconstituindo o tecido lesionado ou afetado pela doença. Esta possibilidade, segundo o Jornal Folha de São Paulo, caderno Ciência (Cientistas desenvolvem



neurônios em laboratório, 2005), já foi comprovada experimentalmente através de um estudo feito por pesquisadores norte-americanos, os quais anunciaram ter produzido neurônios em laboratório. A técnica consiste na coleta de células-tronco do sistema neurológico de camundongos em um estágio primitivo de desenvolvimento e a utilização de substâncias químicas que induzem a sua maturação. Durante todo o processo, foram feitas imagens fotográficas a cada cinco minutos, por meio de um microscópio especial, através das quais, foi possível criar uma “curta-metragem”, mostrando o desenvolvimento das células passo a passo, até se tornarem neurônios. Demonstraram assim que é possível desenvolver essas células fora do ambiente cerebral.

Esses resultados fazem com que a possibilidade de novos tratamentos para doenças crônicas não transmissíveis de ordem neurológica fique mais próxima da realidade. Contudo, ainda há muitos estágios a serem superados antes que os tratamentos passem a ser desenvolvidos e aplicados em seres humanos (SOUZA; ELIAS, 2005).

Segatto e Buscato (2007) relatam uma pesquisa realizada por Nelson Hamerschlag, do Hospital Albert Einstein, em São Paulo, em parceria com Júlio Voltarelli, da Universidade de São Paulo, em Ribeirão Preto, na qual iniciaram um estudo com células-tronco, realizadas em pacientes portadores de esclerose múltipla. Esta doença, sem causa estabelecida, provoca a degeneração progressiva dos nervos, atacados pelo próprio sistema imune do doente. Segundo Peruchi (2005), ela é caracterizada por múltiplas áreas de inflamação e desmielinização no encéfalo e na medula espinhal, acometendo preferencialmente adultos jovens. Estes pacientes apresentam-se com manifestações de dores nas pernas, tremores e fraqueza.

De acordo com Callegaro et al. (2002) e Segatto e Buscato (2007), esta terapia baseia-se na destruição completa do sistema imune pela ação de imunossupressores associados à radioterapia, determinando o controle parcial do processo inflamatório da doença, seguido pelo replante das células-tronco retiradas previamente de sua medula óssea, as quais reconstituem a mesma e, de onde também, possivelmente migram até os nervos reconstituindo-os, podendo explicar a regressão da doença na maioria dos casos.

Além da esclerose múltipla, segundo Voltarelli (2004), a esclerose lateral amiotrófica também pode ser tratada com células-tronco, porém, a metodologia aplicada encontra-se em andamento, não tendo sido ainda divulgada, no combate ao AVC e no tratamento de lesões da

medula espinal. Os resultados obtidos nas pesquisas abriram muitas expectativas, mas ainda não se sabe como poderão evoluir. No entanto pode-se dizer que elas levaram a resultados que podem indicar, no futuro, um objetivo muito mais ambicioso e importante.

### **Outras aplicações**

Como já abordado, são notáveis e promissores os avanços da biotecnologia. Desde 1988, quando cientistas italianos liderados pela bióloga Giuliana Ferrari relataram que células-tronco derivadas da medula óssea regeneraram tecido muscular de camundongos, inúmeros trabalhos propuseram que estas teriam a capacidade generalizada de diferenciação, podendo gerar qualquer tipo celular. Partindo desta afirmação, vários grupos de pesquisa do mundo inteiro vêm obtendo sucesso nos resultados de pesquisas que conseguem utilizar estas células-tronco, tais como na cardiologia e neurologia, porém estas também têm permitido tratar várias outras doenças, como: portadores de diabetes do tipo I, trombose, cirrose Leucemia (ALMEIDA, 2007; INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGIA, 2007).

### **Implicações e Aspectos Éticos**

A medicina é cheia de exemplos de tecnologias que mexem com o imaginário popular quando são apresentados ao mundo. Quando estas se mostram capazes de interferir no curso natural da vida, costumam ser recebidas de duas formas: com estranheza ou com fascínio. É exatamente o que vem acontecendo com as experiências feitas com as células-tronco. Parte da sociedade condena as pesquisas por considerarem que os cientistas estão brincando de Deus. A outra parcela encara as células-tronco como recurso precioso para o alívio do sofrimento humano relacionado a inúmeras enfermidades pelos quais são acometidos (SEGATTO, 2007). O emprego das células-tronco vem repercutindo em todo o mundo, gerando inúmeras discussões relacionadas aos reais riscos e benefícios que suas aplicações poderão acarretar aos indivíduos. Sabe-se que existem muitos obstáculos que precisam ser vencidos, tais como dificuldades técnicas e respostas para as centenas de perguntas que ainda não foram satisfatoriamente respondidas, levando o público em geral a refletir e analisar cada vez mais sobre quais são as reais vantagens e desvantagens nos tratamentos por meio da terapia celular, principalmente no que se refere à utilização de células-tronco embrionárias obtidas pela

clonagem terapêutica ou a partir de embriões descartados em clínicas de fertilização (SOUZA; ELIAS, 2005).

As células-tronco embrionárias obtidas por meio da clonagem terapêutica causam polêmicas por causarem na população o pensamento de que isto abre caminhos para a clonagem reprodutiva, e acredita-se também que a utilização de ambas pode ser uma porta de acesso ao comércio de óvulos (ZATZ, 2004).

Como anteriormente mencionado, as células-tronco embrionárias possuem grande plasticidade, podendo reconstituir qualquer tecido humano. No entanto, o seu uso tem causado polêmicas relacionadas aos aspectos éticos, que se referem à necessidade de destruir embriões humanos para se trabalhar com as células-tronco (PRANKE, 2004; VARELLA, 2004).

Ainda a utilização células-tronco embrionárias traz discussões em relação às dificuldades técnicas e políticas envolvidas. São inúmeras manifestações contrárias ao seu uso, dificultando assim o financiamento das pesquisas. No Brasil, por exemplo, embora a lei de Biossegurança nº 11.105/05 tenha autorizado as pesquisas com embriões em 2005, o Supremo Tribunal Federal tem estudado se a permissão é inconstitucional. Se decidir que é, as pesquisas serão proibidas no Brasil (Restauradoras da Vida, 2005).

Segundo Segatto (2007) e Bueno (2007), as dificuldades de ordem técnica enfrentadas são as mais preocupantes. Cientistas argumentam que o processo de produzir ou extrair e cultivar embriões não é fácil, pois a maioria morre durante o processo, e mesmo quando cultivados as células resultantes costumam ter erros genéticos, dentre inúmeras outras dificuldades. Dentre estas dificuldades encontram-se os materiais utilizados para este tipo de procedimento, como os hormônios ideais para induzir a diferenciação das células, ainda são desconhecidos; muitos dos avanços alcançados em experimentos feitos em camundongos não se repetem com células humanas; erros genéticos podem ocorrer durante a multiplicação das células, podendo ocorrer alterações no DNA dos núcleos, cuja detecção é impossível, havendo então a possibilidade de gerar tumores.

Frente aos problemas relacionados ao uso das células-tronco embrionárias e na tentativa de contornar as objeções éticas à destruição dos mesmos, alguns cientistas exploram fontes alternativas destas, ligadas à utilização de células-tronco adultas disponíveis em vários órgãos do corpo humano (Restauradoras da Vida, 2005). Segundo eles, estas já

cumpriram as suas fases evolutivas, isto é, são embriologicamente mais evoluídas e por isso com um caminho menor a percorrer até a sua diferenciação, o que diminuiria os riscos antogênicos e de outros efeitos colaterais, oferecendo menos risco. Porém o que se analisa é que por esta razão podem ocorrer anomalias do DNA das células, causadas pela exposição a toxinas, luz solar e erros antogênicos ocorrido durante a vida (ARAÚJO et al., 2005). Estas são mais facilmente disponíveis e comumente utilizadas, cujas principais fontes são a medula óssea e o sangue do cordão umbilical (PRANKE, 2004). Porém as células-tronco adultas não apresentam a mesma plasticidade das células-tronco embrionárias, sendo sua capacidade de diferenciação limitada. Embora, a cada dia, as pesquisas mostram que sua plasticidade é uma esperança crescente (PRANKE, 2004; VARELLA, 2004).

Contudo pode-se dizer que o uso das células-tronco adultas é também uma grande promessa terapêutica, pois no momento o que se tem, são conjuntos relativamente discordantes de teorias que, espera-se chegar a um consenso, em que os resultados obtidos por pesquisas clínicas só poderão ser considerados como eficientes após estudos randomizados, com números estatísticos adequados (ARAÚJO et al., 2005).

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As pesquisas realizadas com células-tronco nas últimas décadas foram capazes de demonstrar que células-tronco se diferenciam, em laboratório, em tipos celulares diversos. Tais resultados permitem supor que a ciência se aproxima, atualmente, de um maior conhecimento a respeito dos mecanismos que levam à diferenciação de uma célula e ao controle da multiplicação celular. Esses experimentos abrem novas perspectivas para a Medicina, trazendo esperança de tratamento e cura para várias doenças.

As aplicações mais imediatas, que já estão sendo exploradas em termos experimentais no mundo inteiro, estão relacionadas ao seu uso na regeneração de órgãos e tecidos lesados.

Quanto à utilização de células-tronco embrionárias, trouxe complexas questões de ordem ética e legal, pois a sua obtenção implica na destruição de um embrião que poderia presumivelmente originar um indivíduo adulto se tivesse a oportunidade de se desenvolver. A permissão para utilização ou não desses embriões tem gerado diferentes respostas nos diferentes países. O assunto é complexo e depende de considerações

de natureza biológica, religiosa, política e social, nem sempre facilmente conciliáveis.

Até hoje, os tratamentos experimentais de doenças ou lesões em seres humanos vêm utilizando-se de células-tronco adultas. As práticas sociais na atividade científica de pesquisa com células-tronco, embora se trate primordialmente de pesquisa básica, revelam a ênfase dada à cura e as expectativas geradas a respeito de sua utilização.

As áreas de doenças cardiovasculares, neurodegenerativas e auto-imunes, são hoje as mais estudadas quanto ao potencial terapêutico das células-tronco. Embora os resultados alcançados em várias áreas sejam animadores, pouco se sabe sobre os mecanismos de atuação destas células, quais populações celulares são importantes e quais os fatores necessários para o recrutamento e função destas células.

Contudo, pode-se dizer que ainda há muito a ser elucidado com relação a qual seja a melhor célula, a melhor fonte, a melhor forma de implantação e o melhor momento na evolução de cada doença em particular. A melhor compreensão destes fenômenos deverá contribuir para o desenvolvimento de estratégias terapêuticas mais eficazes.

## REFERÊNCIAS

- ALBERTS, B. et al. **Fundamentos da Biologia Celular**. 2. ed. Porto Alegre: Armed, 2006.
- ALMEIDA, L. M. **As células-tronco a serviço da vida**. Disponível em: <<http://www.montfort.org.br/index.php?secao=veritas&subsecao=ciencia&artigo=celulastronco>>. Acesso em 28 de agosto de 2007.
- ARAÚJO, J.D. et al. A Terapia celular no tratamento da isquemia crítica dos membros inferiores. **J Vasc Bras**, v.4, n.4, p.357-65, 2005.
- VILAS-BOAS, F. et al. Transplante de células de medula óssea para o miocárdio em paciente com insuficiência cardíaca secundária á doença de Chagas. **Arq Bras Cardiol**, v.82, n.2, p.181-4, 2004.
- BITTENCOURT, R.A.C. et al. Isolamento de células-tronco mesenquimais da medula óssea. **Acta Ortop Bras**, v.14, n.1, p.22-4, 2006.
- BLANC, C. Polêmicas, mas promissoras. **Conhecer Fantástico**, v.2, n.32, p.26-9, 2005.
- BUENO, M. **Clonagem e células-tronco**. Disponível em: <<http://www.marcobueno.com.br>>. Acesso em 02 de abril de 2007.
- CALLEGARO, D. et al. Consenso expandindo do BCTRIMS para o tratamento da esclerose múltipla: I As evidências para o uso de imunossuppressores, plasmaférese e transplante autólogo de células-tronco. **Arq Neuropsiquiatr**, v.60, n.3B, p.869-74, 2002.
- Cientistas desenvolvem neurônios em laboratório. **Folha Ciência**, 2005. Disponível em: <[http://www.educacaopublica.rj.gov.br/cursos/ed\\_ciencias/genetica/indoalem/item02c.htm](http://www.educacaopublica.rj.gov.br/cursos/ed_ciencias/genetica/indoalem/item02c.htm)>. Acesso em 6 de setembro de 2007.

- COELHO, L.F. Clonagem reprodutiva e clonagem terapêutica. **Centro de Estudos Judiciários do Conselho da Justiça Federal**, n.16, p.29-48, 2002.
- COLAVITTI, F.; GIRARDI, G. O circo da clonagem. **Galileu**, n.139, p.67-74, 2003.
- INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGIA. **Terapia celular**. Disponível em: <<http://www.incl.rj.saude.gov.br/incl/celula-tronco/index.asp>>. Acesso em 28 de agosto de 2007.
- LARGEAULT, A.F. Embriões, células-tronco e terapias celulares: questões filosóficas e antropológicas. **Estud Av**, v.18, n.51, p.227-45, 2004.
- MALACINSKI, G.M. **Fundamentos da Biologia Molecular**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.
- MURAD NETTO, S. et al. Terapia de células-tronco no infarto agudo do miocárdio, através de perfusão coronariana retrógrada. Uma nova técnica. **Arq Bras Cardiol**, v.83, n.4, p.349-51, 2004.
- PERUCHI, M.M. **Estudo exploratório dos casos de esclerose múltipla registrada em Florianópolis, Santa Catarina, no período de janeiro de 1990 a janeiro de 2005**. Florianópolis, 2005. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina) – Universidade Federal de Santa Catarina.
- PRANKE, P. A importância de discutir o uso de células-tronco embrionárias para fins terapêuticos. **Ciênc Cult**, v.56, n.3, p.33-8, 2004.
- Restauradoras da Vida. **Sci Am Bras**, v.4, n.39, p.65-75, 2005.
- RUMJANET, F.D.A. Células-Tronco. **Hoje**, n.176, p.34-9, 2002.
- SANTOS, R.R.; SOARES, M.B.P.; CARVALHO, A.C.C. Transplante de células da medula óssea no tratamento da cardiopatia chagásica crônica. **Rev Soc Bras Med Trop**, v.37, n.6, p.490-5, 2004.
- SARMENTO, R.L.; DOHMANN, H.F. Uso das células-tronco aplicado à cardiologia. **Rev Soc Cardiol Rio Grande do Sul**, v.8, n.3, 2004.
- SCHRAMM, F.R. A clonagem humana: uma perspectiva promissora? In: PESSINI, I.; GARrafa, V. **Bioética: Poder e Injustiça**. São Paulo: Loyola, 2003. p.187-95.
- SCHWINDT, T.T.; BARNABÉ, G.F.; MELLO, L.E.A.M. Proliferar ou diferenciar? Perspectivas de destino das células-tronco. **J Bras Neurocir**, v.16, n.1, p.13-9, 2005.
- SEGATTO, C. O fígado vai mal? Cultive um novo. **Época**, n.471, p.96-8, 2007.
- SEGATTO, C.; BUSCATO, M. Por dentro dos novos tratamentos com células-tronco. **Época**, n.475, p.94-104, 2007.
- SOUZA, M.H.L.; ELIAS, D.O. As células-tronco e o seu potencial na reparação de órgãos e tecidos. In: \_\_\_\_\_. **Manual de Instrução programada: Princípios de Hematologia e Hemoterapia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro de estudos Alfa Rio, 2005.
- VARELLA, D. Clonagem humana. **Estud Av**, v.18, n.51, p.263-5, 2004.
- VOLTARELLI, J.C. Perspectives of cell therapy in amyotrophic lateral sclerosis. **Rev Bras Hematol Hemoter**, v.26, n.3, p.155-6, 2004.
- ZATZ, M. Clonagem e células-tronco. **Estud Av**, v.18, n.51, p.247-56, 2004.

Enviado em: novembro de 2007.

Revisado e Aceito: dezembro de 2007.