

O que perdemos na biotecnologia sem os recursos genéticos?

Marcelo Fossa da Paz^a

^aUniversidade Federal da Grande Dourados, Rod. Dourados-Itahum, Km 12, CEP: 79804-970, Dourados, MS, Brasil. E-mail: marcelopaz@ufgd.edu.br

O DNA e os Recursos Genéticos

Desde a descoberta do DNA até os dias atuais, nossa compreensão sobre o seu papel evoluiu muito. Hoje se sabe que o DNA é a grande base de dados que a evolução gerou no decorrer de 3,5 bilhões de anos. O DNA acumula uma enorme quantidade de informações que foram sendo construídas pelo método de tentativa e erro, onde não somente se fixaram nessa base de dados os acertos, mas também as possibilidades que tendem a retornar quando do surgimento de uma possibilidade. Características adaptativas podem reaparecer depois de um período, provocadas pelas alterações ambientais e, em casos raros e extremos, espécies podem até reaparecer num processo chamado “evolução iterativa”, como o caso da espécie de ave sem asas *Dryolimnas cuvieri*, também conhecida como “White-throated rail”, encontrada em Aldabra, que reapareceu no local após ter sido extinta por um evento de inundação (HUME; MARTILL, 2019).

Esse rico registro de informações é, a grosso modo, o que podemos definir como recurso genético. O termo “Recurso Genético” ou “Material Genético” é definido na Convenção sobre Diversidade Biológica (CBD) como “qualquer material de origem vegetal, animal, microbiana ou outra que contenha unidades funcionais de hereditariedade” (CBD, 1992), porém sua utilidade pode ser definida de formas diferentes, de acordo com a visão de quem o define. Para um biólogo, cuja função profissional básica é o estudo da vida, recurso genético é a fonte vasta, porém esgotável, de material de estudo sob todas as suas nuances que variam desde o seu funcionamento, passando pela forma de se manifestar (vida), de se relacionar até o ápice da compreensão holística do tema, que é a evolução. Justamente as forças evolutivas é que moldam e constroem novas possibilidades de interações entre os seres vivos e o seu ambiente. Assim, para a Biologia, recursos genéticos são um vasto campo de estudos, mutável e fascinante.

Sob a ótica da Biotecnologia, cuja função é “o uso de sistemas celulares para o desenvolvimento de processos e produtos de interesse econômico ou social” (AZEVEDO, 1977), assim, os recursos genéticos sendo quaisquer características genéticas de interesse, estão diretamente ligados à Biotecnologia. Exemplos de recursos já aplicados são inúmeros e difíceis de serem listados englobando todos os OGMs já utilizados, como: o gene Bt que confere resistência aos insetos mastigadores, tomate com maior teor de licopeno, mamão com resistência a viroses, arroz rico em beta-caroteno, algodão colorido, tomate resistente a solos salinos, feijão com maior teor de selênio (gene da castanha do Pará), dentre muitos outros (DELATORRE, 2005).

A prospecção de novos recursos que possam ser incorporados à agricultura e pecuária tornando-a mais competitiva passa necessariamente pelas novas tecnologias de mapeamento genético e predição de genes tornando acessível um acervo de características antes inacessível (LOPES; NASS; MELO, 2007). Além das características de produtividade e comerciais a prospecção de novas cultivares devem agregar segurança ambiental e sustentabilidade a sistemas produtivos, assim o melhoramento genético deverá se voltar inevitavelmente para a biodiversidade buscando-se diversidade (LOPES; NASS; MELO, 2007), assim é de extrema importância a manutenção da biodiversidade natural que traz na sua história evolutiva todo o registro histórico codificado no DNA e as reservas de sementes crioulas mantidas, principalmente, por agricultores tradicionais como comunidades indígenas, quilombolas, dentre outros. Essas sementes são o resultado de muitos anos de seleção mais lenta de seus cultivares esta, anterior às práticas agrícolas da era da revolução verde,

resultando num grupo de genes de interesse humano, mas selecionados ainda sob a pressão dos ecossistemas naturais sem o auxílio dos componentes químicos e outras práticas de agricultura intensiva.

Perda do registro histórico na era antropocêntrica

Atualmente, as ciências ômicas tem tentado responder a muitas perguntas sobre as interações complexas entre moléculas nas diferentes camadas da biologia de sistemas (BEDIA, 2018), e sobre o controle genético imposto ao metabolismo, de forma que o DNA tem sido exaustivamente estudado mundo afora se utilizando de ferramentas moleculares, da bioinformática, em especial na predição de genes, e em engenharia genética.

As principais tecnologias ômicas incluem genômica, transcriptômica, proteômica e metabolômica, e são cruciais para o desenvolvimento das novas biotecnologias com aplicações diversas, incluindo desde o campo ambiental (FAURE; JOLY, 2016) até o campo da medicina. Também é uma tendência decifrar as funções das porções de DNA antes chamadas DNA lixo, que eram consideradas apenas resquícios evolutivos que deixaram de ter função específica.

Pois bem! Uma vez entendida a função do DNA como “registro escrito” da história evolutiva, faz-se necessário dizer que a perda desse registro através dos processos de extinção provocados pelos mais diferentes fatores antrópicos é irreparável pois é intensa e acontece de forma muito rápida na história geológica da terra, além do mais, acontece num momento em que o grupo de espécies coexiste e interage, causando impactos diretos em todo o ecossistema, incluindo os agroecossistemas que são influenciados pelos demais.

Processos naturais de extinção (excetuando-se os cataclismos globais) geralmente são lentos e graduais e são influenciados por uma infinidade de fatores, incluindo a interação entre características das espécies e vários processos estocásticos, levando a flutuações e declínios no tamanho da população (OVASKAINEN; MEERSON, 2010), se o ambiente não sofrer alterações ao longo do tempo e se assumirmos que a estrutura de populações inespecíficas não varia em um tempo, as taxas demográficas intrínsecas das populações permanecem constantes (FUNG; O'DWYER; CHISHOLM, 2019). Quando alterações ambientais são graduais, o tempo para a adaptação dos seres vivos por seleção natural permite a fixação de novas características que permitem o surgimento de novas espécies, mecanismo muito bem compreendido por Charles Darwin, de forma bastante intuitiva já que, na época, não se conhecia os conceitos de mutação genética. Assim, como essas adaptações surgem pela mutação de genes, a origem das novas espécies é realizada pela “reescrita” sob uma “plataforma primária” que é parcialmente substituída, mantendo-se um grande registro de sua história.

Quando as alterações ambientais são muito drásticas, não há tempo hábil para que a vida se adapte causando, assim, eventos de extinção em massa com tendência de substituição por outras espécies provenientes de outros ambientes que passam a ocupar os nichos ecológicos disponíveis, provocando-se assim, uma perda de informações evolutivas pela redução da biodiversidade.

De fato, existe um consenso crescente de que entramos numa era geológica que se denomina Antropoceno, caracterizada pela dominação humana dos ecossistemas da Terra. Assim somos confrontados com o entendimento de como a biodiversidade global responderá a essas perturbações, e por isso criou-se um campo emergente de pesquisa chamado “arqueogenômica de conservação”, que integra dados arqueológicos e genômicos para gerar linhas de base ou parâmetros de referência para cientistas, gerentes e formuladores de políticas, avaliando os impactos climáticos e humanos na biodiversidade passada, presente e futura (HOFMAN et al., 2015). Outro aspecto importante da ação humana é o conceito de erosão genética, que consiste na redução da diversidade intraespecífica pela seleção de melhores cultivares (vegetais) ou raças (animais) e perda de habitats naturais para a agricultura e pecuária extensivas resultando na perda de possibilidades ainda não compreendidas como funções biológicas ainda não compreendidas que, com o tempo poderão ser incorporadas às espécies de interesse (LOPES; NASS; MELO, 2007). A degradação do habitat está ligada a fatores de perda de biodiversidade, pois a redução depende das espécies. A fragmentação do habitat afeta a polinização entre as espécies vegetais e a área de restrição de espécies animais. De fato, a perda de habitat influenciou diretamente nas taxas de extinção de espécies no passado e influenciará no futuro acelerando essas taxas (AKHALKATSI et al., 2017).

Sob a ótica da agronomia, a biodiversidade se converte à agrobiodiversidade pelo processo da bioprospecção e seleção, realizada desde a antiguidade pela humanidade. Bancos genéticos, coleções de cultivares dentre outras iniciativas são de extrema importância para a manutenção da agrobiodiversidade, já que aqui também se acumulam informações

genéticas, estas, direcionadas pela seleção artificial atendendo aos interesses da humanidade. Contudo sempre é bom lembrar que toda informação genética contida na agrobiodiversidade é proveniente da biodiversidade direcionada aos interesses da civilização humana.

Perdas para a Biotecnologia

A biotecnologia se fundamenta justamente no uso dessas informações codificando-as sob diferentes tecnologias para a obtenção de novos produtos ou serviços. Assim a perda de material genético (Biodiversidade e agrobiodiversidade) causa um enorme impacto para o desenvolvimento de novas biomoléculas ou bioprodutos, a médio e longo prazos.

São inúmeros os exemplos do uso da biodiversidade para o desenvolvimento de novos produtos, tanto no campo dos “macro”, quanto no campo dos microrganismos. A diversidade microbiana, sobretudo, quando se trata das bactérias, os seres vivos mais antigos do planeta, é a maior fonte de possibilidades, principalmente quando estudam-se os organismos chamados de extremofílicos, cuja existência pode até se tornar ferramenta para a saída da humanidade do planeta através de processos conhecidos como “terraformação”. Exemplo: espécies como a bactéria *Deinococcus radiodurans*, que sobrevive a níveis de radiação em que nenhum outro ser vivo sobrevive, e tem extraordinário mecanismo de reparação de DNA (WANG et al., 2019).

Saindo da microbiologia para a zoologia, pode-se também citar como organismo extremo o Tardígrado (relacionado a artrópodes) que resiste a pressões de até 6.000 atmosferas, a temperaturas que variam de pouco mais do que o zero absoluto (-272,15°C) até 150°C e 5.000 Gy de radiação. Sua capacidade de sobrevivência é tão versátil que foram criados dois índices para investigação da presença de vida em exoplanetas, o Índice Tardígrado Ativo (ATI) e o Índice Tardígrado Criptobiótico (CTI) com seis parâmetros físicos avaliados: radiação, densidade, velocidade de escape, temperatura da superfície, pressão da superfície, e período de evolução planetária (JAGADEESH; ROSZKOWSKA; KACZMAREK, 2018). Esses exemplos demonstram a versatilidade da vida, e demonstram claramente que a humanidade pode ir muito longe se utilizando da Biodiversidade.

Metabólitos secundários de plantas ainda apresentam uma infinidade de biomoléculas interessantes para a biotecnologia. A luta interminável pela sobrevivência e a coevolução de espécies provoca a formação de diferentes moléculas que podem ser úteis para a humanidade como a produção de novos antibióticos, bioinseticidas, corantes, aromatizantes, medicamentos, dentre uma enorme infinidade de outros produtos. Nos últimos 30 anos, aproximadamente 45% de todas as drogas anticâncer são derivados diretos ou indiretos de compostos vegetais, onde 12% são produtos naturais e 32% são derivados semi-sintéticos de produtos naturais (NEWMAN; CRAGG, 2012).

A domesticação de espécies vegetais também faz parte do campo de possibilidades, já que a humanidade, de modo geral, consome um número muito pequeno de espécies vegetais frente às espécies existentes, sobretudo nos trópicos (TEIXEIRA et al., 2019). Há vários estudos realizados com frutos nativos em diversos países visando demonstrar atividades nutracêuticas de diversos compostos bioativos como polifenóis, carotenóides e fitoesteróis de frutos e vegetais (DONATO-PESTANA et al., 2018), contudo apenas 25% das frutas conhecidas têm seus benefícios à saúde determinados em estudos de bioatividade (TEIXEIRA et al., 2019).

Animais também tem seu papel na biotecnologia, sobretudo na alimentação humana, mas animais também geram muitos outros tipos de produtos como o almíscar, seda, lã, leite, carmim e muitos outros. A manipulação genética de espécies, transferência de genes específicos e o resgate de genes ancestrais através de diferentes técnicas que variam desde o melhoramento clássico até a engenharia genética provocam ganhos enormes como resistência a doenças, melhora do fator de conversão alimentar, ganho de carcaça magra, dentre outros serviços. Apesar disso, a troca de recursos genéticos animais é pequena, o que sugere que qualquer tipo de sistema de compensação baseado nesses fluxos não poderia gerar receita suficiente para apoiar a conservação necessária (GOLLIN; DUSEN; BLACKBURN, 2009; WELCH, et al., 2017).

A população humana tem por hábito consumir determinadas espécies animais e a crescente demanda por proteína e por produtos renováveis de origem animal tem levado à procura de novas alternativas, de forma que espécies diversas têm passado por melhoramento para que possam ser criadas de forma extensiva para suprir essa demanda. Alguns exemplos de espécies animais brasileiras que tem despertado interesse como “carnes exóticas” são capivara, jacaré, cateto e queixada, ema, paca, cutia, e tartaruga da Amazônia, além de muitas espécies de peixes que anteriormente eram apenas

extraídos da natureza em processos de pesca, muitas vezes predatória, sendo a caça predatória um dos fatores importantes para o declínio de várias espécies nativas (NUNES et al., 2019). Além do aumento de variedade de fontes de proteína, a criação dessas espécies pode ser importante para a sua conservação. Contudo, há o risco também de aumento da caça dessas espécies estimulado pelo comércio legal das espécies em questão; assim, a criação tem também um lado controverso que dificulta essa atividade (MOYLE, 2013).

Assim, sob a ótica da Biotecnologia, a perda da biodiversidade reflete diretamente na perda de possibilidades de futuro para a humanidade neste planeta e, um país considerado megadiverso como o Brasil que apresenta de 15 a 20% de toda a biodiversidade mundial (LOPES; NASS; MELO, 2007), não pode permitir de forma alguma que toda essa riqueza biológica seja perdida por questões meramente mesquinhas, por descuido, ou por simples ignorância.

Segundo Albagli (1998), as partículas genéticas, ou a informação que elas contêm, é o que tem valor estratégico para as biotecnologias avançadas, não a biodiversidade ou da vida em si. Esta visão, apesar de muito antropocêntrica, tem uma função importante na conservação, pois traz à lógica do capitalismo uma valorização que pode motivar a preservação, ainda de forma interessada, já que é a linguagem do dinheiro a mais falada no mundo, apesar de possíveis implicações éticas como a privatização desse patrimônio.

De fato, se forem consideradas as possibilidades de ganhos de capital com a nossa biodiversidade, percebe-se que nas florestas se esconde um enorme potencial econômico, superior à sua exploração para agricultura ou pecuária, valor esse difícil de estipular, pois lá podem estar escondidas soluções para diversos problemas de saúde, nutrição, tecnológicos, etc.

Por fim, pode-se dizer que sob qualquer ótica, seja conservacionista, tecnológica, mercantilista, política, por segurança alimentar ou social, a conservação da biodiversidade e consequente manutenção dos chamados Recursos Genéticos é imprescindível para o futuro do planeta e para a sobrevivência da nossa espécie.

Referências

- AKHALKATSI, M.; OTTE, A.; TOGONIDZ N.; BRAGVADZE T.; ASANIDZE, Z.; ARABULI, G.; CHIKHELIDZE, N.; MAZANISHVILI, L. Agrobiodiversity and genetic erosion of crop varieties and plant resources in the Central Great Caucasus. *Annals of Agrarian Science* v.15, p. 11-16, 2017.
- ALBAGLI, S. Da biodiversidade à biotecnologia: a nova fronteira da informação. *Ciência da Informação* v.27(1), p. 7-10, 1998. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-19651998000100002>.
- AZEVEDO, J.L. Fungos, *Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento*. Universidade Federal de Goiás. Rev. N.1., 1977.
- BEDIA, C. Experimental Approaches in Omic Sciences. *Comprehensive Analytical Chemistry* v. 82, p. 13-36, 2018. <https://doi.org/10.1016/bs.coac.2018.07.002>.
- DELATORRE, C.A. **Plantas transgênicas**: avaliando riscos e desfazendo mitos. Porto Alegre, Departamento de Plantas de lavoura da Universidade federal do Rio Grande do Sul: Evangraf, 2005. 37p. Disponível em: https://www.ufrgs.br/agronomia/plantas/destaques/livro_transgenicos.php. Acesso em: 30, out. 2019.
- DONADO-PESTANA, C.M.; MOURA, M.H.C.; ARAUJO, R.L.; SANTIAGO, G.L.; BARROS, H.R.M.; GENOVESE, M.I. Polyphenols from Brazilian native Myrtaceae fruits and their potential health benefits against obesity and its associated complications. *Current Opinion in Food Science*, v.19, p. 42-49, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.01.001>
- FAURE, D.; JOLY, D. The Omics of the Future. *Insight on Environmental Genomics: High-throughput Sequencing* p. 127-131, 2016. <https://doi.org/10.1016/B978-1-78548-146-8.50012-5>
- FUNG, T.; O'DWYER, J.P.; CHISHOLM, R.A. Partitioning the effects of deterministic and stochastic processes on species extinction risk. *Ecological Complexity* v. 38, p. 156–167, 2019.
- GOLLIN, D.; DUSEN, E.V.; BLACKBURN, H. Animal genetic resource trade flows: Economic assessment. *Livestock Science* v.120, p. 248–255, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2008.07.017>

- JAGADEESH, M.K.; ROSZKOWSKA, M.; KACZMAREK, L. Tardigrade indexing approach on exoplanets. **Life Sciences in Space Research** V.19, p. 13-16, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.lssr.2018.08.001>
- HOFMAN C.A.; RICK, T.C.; FLEISCHER, R.C.; MALDONADO, J.E. Conservation archaeogenomics: ancient DNA and biodiversity in the Anthropocene. **Trends in Ecology & Evolution** v. 30(9), p. 540-549, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2015.06.008>
- HUME, J.P.; MARTILL, D. Repeated evolution of flightlessness in *Dryolimnas rails* (Aves: Rallidae) after extinction and recolonization on Aldabra. **Zoological Journal of the Linnean Society** v.186 (3), p. 666-672, 2019. <https://doi.org/10.1093/zoolinnea/zlz018>.
- LOPES, M.A.; NASS, L.L.; MELO, I.S. Bioprospecção Cap. 4. In: BORÉM, A.; DEL GIÚDICE, M. (Ed.) **Biotecnologia e Meio Ambiente**. Viçosa, 2007. 510p.
- MOYLE, B. Conservation that's more than skin-deep: Alligator farming. **Biodiversity and Conservation** v.22(8), p. 1663-1677. 2013.
- NEWMAN, D.J.; CRAGG, G.M. Natural products as sources of new drugs over the last 30 years from 1981 to 2010. **Journal of Natural Products** v.75, p. 311-335, 2012.
- NUNES, A.V.; PERES, C.A.; CONSTANTINO, P.A.L.; SANTOS, B.A.; FISCHER, E. Irreplaceable socioeconomic value of wild meat extraction to local food security in rural Amazonia. **Biological Conservation** v.236, p. 171-179, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.05.010>
- OVASKAINEN, O.; MEERSON, B. Stochastic models of population extinction. **Trends in Ecology and Evolution** v.1.25(11), p. 643-652, 2010.
- TEIXEIRA, N.; MELO, J.C.S.; BATISTA, L.F.; PAULA-SOUZA, J.; FRONZA P.; BRANDÃO, M.G.L. Edible fruits from Brazilian biodiversity: A review on their sensorial characteristics versus bioactivity as tool to select research. **Food Research International**, v. 119, p.325-348, 2019.
- WANG, W.; MA, Y.; HE, J.; QI, H.; XIAO, F.; HE, S. Gene regulation for the extreme resistance to ionizing radiation of *Deinococcus radiodurans*. **Gene** v.715, p. 1-11, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.gene.2019.144008>
- WELCH, E.W.; FUSI, F.; LOUAF, S.; SICILIANO, M. Genetic resource policies in international collaborative research for food and agriculture: A study of USAID-funded innovation labs. **Global Food Security** v.15, p. 33–42, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gfs.2017.04.004>