

# ECOLOGIA E EVOLUÇÃO APLICADAS AO ESTUDO DO REGISTRO ARQUEOLÓGICO

**Mírian Liza Alves Forancelli PACHECO\***  
**Marcelo FAGUNDES\*\***  
**Gabriel Ladeira OSÉS\***  
**Wilson SOARES JUNIOR\***

## **Resumo**

Este ensaio diz respeito, não somente, à viabilidade, mas também, à necessidade do trabalho interdisciplinar, sobretudo entre a Arqueologia e as Ciências Biológicas, no cerne das pesquisas arqueológicas. É nesse sentido que operam os pressupostos da Arqueologia evolutiva e da Ecologia evolutiva. Visando a consolidação de um arcabouço conceitual, são expostas as diferentes contribuições teóricas de diversos pesquisadores, e explicados os conceitos fundamentais relacionados à Evolução, que constituirá, juntamente com a Ecologia, o cerne das discussões aqui realizadas. Uma vez que a Arqueologia evolutiva preocupa-se, essencialmente, com a explanação das transformações observadas no registro arqueológico, a importância desta síntese revela-se no esclarecimento e na reflexão crítica acerca de conceitos evolutivos, correntemente mal interpretados ou mal aplicados por arqueólogos em suas explanações. Por outro lado, enquanto ciência preditiva, a Ecologia preocupa-se com o valor adaptativo do comportamento sob a ação da seleção natural, e, neste contexto, é tida como divergente, em arcabouço teórico e metodológico, à Evolução. Todavia, Evolução e Ecologia conciliam suas vertentes em modelos, tais como o forrageamento ótimo, tão amplamente aplicado aos estudos de subsistência em populações humanas pretéritas.

\* Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

\*\* Laboratório de Arqueologia e Estudos da Paisagem, Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri.

Mírian Liza Alves Forancelli Pacheco e Marcelo Fagundes tiveram o mesmo peso na elaboração deste artigo. Não há conflito de interesses.

## Resumen

### *Ecología y evolución aplicadas al estudio del registro arqueológico*

Este ensayo se refiere no sólo a la viabilidad, sino también la necesidad del trabajo interdisciplinario, especialmente entre la Arqueología y Ciencias Biológicas, en el centro de investigación arqueológica. En este sentido que operan los conceptos de Arqueología Evolutiva y Ecología Evolutiva. Hacia la consolidación de un marco conceptual presenta las diferentes aportaciones teóricas de varios investigadores, y explicó los conceptos fundamentales relacionados con la evolución, que constituyen, junto con la Ecología, el núcleo de los debates celebrados aquí. Desde la Arqueología evolutiva se ocupa principalmente de la explicación de los cambios observados en el registro arqueológico, la importancia de esta síntesis se revela en la aclaración y el análisis crítico de los conceptos evolutivos, interpretados de manera incorrecta o mal aplicados por los arqueólogos en sus explicaciones. Por otra parte, mientras que la ciencia de predicción, la Ecología tiene que ver con el valor adaptativo de la conducta bajo la acción de la selección natural, y en este contexto es visto como una desviación, en el marco teórico y metodológico, la Evolución. Sin embargo, Evolución y Ecología concilian los aspectos en los modelos tales como forrajeo óptimo, lo más ampliamente aplicado a los estudios de las poblaciones humanas pretéritas.

## Abstract

### *Ecology and Evolution Applied to the Archaeological Record*

This essay deals not only with the viability, but also with the necessity, of interdisciplinary work, especially between archaeology and biological sciences, while conducting archaeological research. In as much as the concepts of Evolutionary Archaeology and Evolutionary Ecology operate towards the goal of consolidating a conceptual framework, this paper presents the different theoretical contributions of several researchers, and explains the fundamental concepts relating to evolution, which constitute, together with ecology, the core of the discussions presented here. Since evolutionary archaeology is concerned primarily with the explanation of changes observed in the archaeological record, the importance of this synthesis is revealed in the clarification and critical analysis of evolutionary concepts, commonly misinterpreted or misapplied by archaeologists in their explanations. Moreover, while a predictive science, ecology is concerned with the adaptive value of behaviour under the action of natural selection, and in this context it is seen as deviating, in its theoretical and methodological framework from evolution. Nevertheless, evolution and ecology reconcile aspects of models such as optimal foraging, as widely applied to studies of past human populations.

## Résumé

### *L'écologie et l'évolution appliquées au registre archéologique*

Cet article se porte non seulement sur la viabilité, mais aussi sur la nécessité, d'un travail interdisciplinaire, notamment entre l'archéologie et les sciences biologiques, lors des recherches archéologiques. En autant que les concepts d'archéologie évolutive et d'écologie évolutive se dirigent vers l'objectif de consolider un cadre conceptuel, cet article présente les différentes contributions théoriques de plusieurs chercheurs et explique les concepts fondamentaux liés à l'évolution, ce qui constitue avec l'écologie, le cœur des discussions présentées ici. Puisque l'archéologie évolutive est principalement concernée par l'explication des changements observés au niveau des données archéologiques, l'importance de cette synthèse est révélée dans la clarification et l'analyse critique des concepts évolutifs, souvent mal interprétés ou mal appliqués par les archéologues. En outre, comme science prédictive, l'écologie est préoccupée par la valeur adaptative du comportement sous l'action de la sélection naturelle, et dans le présent contexte il est considéré comme déviant, dans le cadre théorique et méthodologique, de l'évolution. Néanmoins, l'évolution et l'écologie réconcilient des aspects de modèles tels que la récolte optimale, souvent appliquée à des études de populations humaines du passé.

## Introdução

Ao longo da história da Arqueologia, surgiram e se desenvolveram algumas correntes teóricas, aplicadas ao estudo do registro arqueológico, inspiradas nos conceitos advindos da Ecologia e da Evolução. Estas vertentes depararam com as dificuldades de aplicação da abordagem das ciências biológicas ao estudo e à explanação do registro arqueológico.

Portanto, este capítulo teve por objetivo definir os conceitos atrelados à Evolução<sup>1</sup> e à Ecologia e suas adaptações conceituais nas duas correntes teóricas mais freqüentemente utilizadas pelos arqueólogos, nos estudos evolutivos da cultura material: a Arqueologia evolutiva e a Ecologia evolutiva.

A Arqueologia evolutiva investiga o porquê e o modo como se dá a funcionalidade dos fatos, em posições particulares do *continuum* tempo-espaco. Já a Ecologia evolutiva representa a intersecção entre duas ciências quase independentes, no âmbito dos seus desenvolvimentos: a Ecologia e a Evolução. Em sua definição mais ampla, a Ecologia evolutiva é o estudo da evolução e do desenho adaptativo em um contexto ecológico (Lyman *et al.* 1998, Winterhalder and Smith 1992).

Embora tenham se revelado teoricamente convergentes e conceitualmente complementares, a Arqueologia evolutiva e a Ecologia evolutiva podem divergir na interpretação dos mecanismos evolutivos aplicados às pesquisas arqueológicas. Portanto, neste capítulo, ambas as vertentes supracitadas serão contempladas, enquanto interdependentes e oriundas dos pressupostos teóricos da Evolução.

A Evolução, deste modo, se estabeleceu como uma efetiva intercessora entre as abordagens das ciências humanas e das ciências biológicas. Todavia, excluindo-se algumas adaptações equivocadas das demais ciências, segundo os biólogos evolutivos, a teoria da Evolução ainda permanece erroneamente interpretada como “um processo de inexorável aperfeiçoamento da forma: os animais são delicadamente postos em ‘sintonia fina’ com o seu ambiente, por meio de uma constante seleção de formas mais bem adaptadas” (Gould 1992).

Diante do exposto, este capítulo também sumará o impacto do pensamento e da incorporação dos modelos ecológicos e evolutivos na Arqueologia, uma vez que muitos dos comportamentos humanos, tais como a alocação de recursos, podem ser testados por modelos e explicados por teorias que encontram a sua origem nos pressupostos evolutivos.

<sup>1</sup> A palavra “Evolução”, escrita com inicial maiúscula, refere-se à ciência que estuda o processo evolutivo. Evolução também contempla uma série de explicações de fatores que envolvem o escopo de uma teoria. A palavra “evolução”, grafada com inicial minúscula, refere-se ao processo de transformação.

## **Evolução: história, processo e teoria**

Os pressupostos evolutivos tiveram (e têm) grande impacto sobre o escopo teórico de muitas ciências além da Biologia (e.g. Arqueologia, Astronomia, Química e Física). Na história do pensamento evolutivo, Charles Robert Darwin (1809-1882) parece ter assumido uma figura central. Todavia, outros cientistas também foram responsáveis pela concepção e pelo desenvolvimento da teoria da Evolução. Neste contexto, faz-se necessária uma breve descrição das principais personagens que fizeram parte deste processo.

Jean-Baptiste de Lamarck (1744-1829) é conhecido por suas idéias sobre as origens das formas de vida por geração espontânea, a partir da matéria inanimada, e sua progressão inevitável em direção a uma maior complexidade e perfeição. Esta progressão seria guiada pelo ambiente, que poderia alterar as necessidades do organismo. O organismo, por sua vez, responderia por meio da mudança no seu comportamento e, conseqüente, *uso e desuso* de determinados órgãos. Os *caracteres adquiridos* pelo *uso e desuso* seriam *transmitidos* para as gerações seguintes. Nenhum mecanismo evolutivo satisfatório foi reconhecido pelos pressupostos de Lamarck. Neste contexto, as evidências favoráveis à evolução não foram completamente agrupadas e ordenadas pelo Lamarckismo.

Entretanto, Lamarck merece mérito como o primeiro cientista que, destemidamente, advogou a Evolução e tentou apresentar um mecanismo para explicá-la. Por esse motivo, muitos cientistas da época, inclusive Darwin, o respeitavam e o admiravam. No âmbito desta cumplicidade de idéias, os pressupostos defendidos por Lamarck também foram incorporados por Darwin, em *A origem das espécies*:

É interessante contemplar uma ribeira exuberante, (...), se se pensar que estas formas, tão admiravelmente construídas (...), foram todas produzidas por leis que atuam ao nosso redor. Estas leis, tomadas no seu sentido mais amplo, são: a lei do crescimento e da reprodução; a lei da hereditariedade (...); a lei da variabilidade, resultante da ação direta e indireta das condições de vida, do uso e não-uso (...) (Darwin 2004).

Hodiernamente, S. J. Gould definiu o Lamarckismo como uma teoria que, fundamentalmente, se baseia na variação dirigida: "O Lamarckismo defende que a variação genética se origina, preferencialmente, em direções adaptativas" (Gould 2004). Esta é a diferença essencial entre Lamarckismo e Darwinismo. Para os darwinistas, a variação ocorre sem orientação preferida nas direções adaptativas.

Os darwinistas incorporaram outros mecanismos ao escopo da Evolução. Destes, a seleção natural, tornou-se o primeiro e mais difundido; e sua definição foi estabelecida por Darwin, em 1859, na ocasião da publicação de *A origem das espécies*. Este mecanismo é responsável pela adaptação dos

organismos a diferentes ambientes. Todavia, a seleção natural não é capaz de equipar uma espécie para enfrentar novas contingências, e não tem propósito ou direção. Este mecanismo evolutivo é tão mecânico quanto a gravidade. No âmbito destas definições, a seleção natural não é moral nem imoral (Futuyma 2003).

Mesmo em posse de um ensaio sobre a seleção natural, iniciado em 1844, Darwin temia os efeitos da divulgação de suas pesquisas:

Por sorte Darwin tinha um companheiro capaz: Thomas Henry Huxley, cientista agressivo e imaginativo. (...) Foi Huxley que, de público, associou seres humanos a símios. Mostrou a grande semelhança do homem com o que considerava nossos parentes mais próximos, o gorila e o chimpanzé (Johanson and Edey 1996).

Neste sentido, vinte anos após a elaboração da hipótese da seleção natural, Darwin recebeu um manuscrito de Alfred Russel Wallace, intitulado "*Sobre a tendência das variedades de se afastarem indefinidamente a partir do tipo original*", tratava-se da mesma concepção, independente, da seleção natural. Diante disso, em 1º de julho de 1858, Darwin e Wallace publicaram seus manuscritos em uma reunião da *Linnaean Society* de Londres. Por meio desta publicação, Darwin e Wallace tornaram-se co-autores da teoria da Evolução.

Mesmo diante de tão ardorosos defensores, a seleção natural, em seu contexto de origem, foi compreendida e aceita por poucos cientistas. Diante disso, a história do pensamento evolutivo vislumbrou alguns momentos de retorno ao âmago das idéias lamarckistas.

Finalmente, em 1883, August Weismann, um fervoroso patrono da seleção natural, postulou que o plasma germinativo<sup>2</sup> é completamente separado e imune a quaisquer influências do soma (o corpo), rejeitando, veementemente, qualquer influência determinista do ambiente sobre a hereditariedade. Conforme retro citado, as idéias de Weismann foram atacadas pelos neo-Lamarckistas do período (Futuyma 2003).

Todavia, os pressupostos de Weismann foram amplamente aceitos após o reconhecimento dos trabalhos de Gregor J. Mendel (1822-1884). Este frei agostiniano realizou cruzamentos experimentais entre exemplares de ervilhas puras de *Pisum sativum* e obteve ervilhas híbridas. Entre 1856 e 1863, Mendel realizou experimentos sobre características isoladas e deduziu as leis que governam a hereditariedade. Em 1865, seus trabalhos foram apresentados na Europa e na América, mas não foram reconhecidos e caíram no

<sup>2</sup> O plasma germinativo é uma definição inerente a gametas. Na época de Weismann, os gametas ainda não haviam sido descobertos e definidos como células reprodutivas.

esquecimento por 35 anos. A partir de 1906, os trabalhos sistematizados de Hugo de Vries, Carl Corens e Erick Von Tschermak reconheceram Mendel como precursor da Genética (Dunn 1965, Griffiths *et al.* 2002).

A princípio, a Genética foi interpretada como um golpe mortal ao darwinismo. Todavia, entre 1930 e 1947, a *Síntese Moderna* moldou as contribuições da Genética, da Sistemática e da Paleontologia em uma nova *Teoria neo-Darwinista*, que reconciliou a teoria de Darwin aos fatos da Genética. O termo *Síntese Moderna* foi introduzido por Julian Huxley no livro *Evolution: the modern synthesis*, em 1942. Alguns anos mais tarde, o paleontólogo George Gaylord Simpson, o biólogo Ernst Mayr e o geneticista Theodosius Dobzhansky alargaram o sentido da semântica neodarwinista (Fonseca 2006, Futuyma 2003).

O termo *Neodarwinismo* ou *teoria Neodarwinista* permanece correntemente utilizado como sinônimo de *Síntese Moderna* por quase todos os biólogos evolutivos, tais como Dennett, Gould, Futuyma e Dawkins. Outros cientistas, contudo, utilizaram este termo por muito tempo e, posteriormente, repensaram a denominação para os novos conceitos darwinistas. Neste sentido, no livro intitulado "*Biologia, ciência única*", Mayr (2005) afirma que é um equívoco chamar de neodarwinismo a versão do darwinismo desenvolvida na década de 1940. Segundo o autor, a *Síntese Moderna* é apenas uma nova maneira de pensar o darwinismo, pois engloba, "os aspectos essenciais do conceito original de Darwin" (Mayr 2005).

Independente das denominações discutidas por Mayr, desde a estruturação da *Síntese Moderna*, a *Evolução* passou a ser interpretada sob a luz de três correntes teóricas. A primeira é conhecida como *Neodarwinismo clássico*, alicerçada nos pressupostos defendidos por Mayr e Dobzhansky. Este vertente é caracterizada por uma visão mais mecanicista da evolução e está propensa a reduzir os organismos em suas engrenagens elementares (reduccionismo).

A segunda corrente, iniciada na década de 1970 por Edward O. Wilson, Richard Dawkins e John Maynard, foi denominada *Neodarwinismo conservador*. Seus adeptos defendem a noção da sobrevivência dos mais aptos e a idéia de evolução como mera adaptação das populações. Esta corrente é contrária ao papel do acaso na origem de novas espécies e tende ao reduccionismo absoluto (Eichler 2006).

Em tempo, há uma terceira corrente: o *Neodarwinismo inovador*. Esta nova interpretação emergiu no contexto da reação ao reduccionismo genético e foi inaugurada por Richard Lewontin, Stephen Jay Gould e Niles Eldredge. Por meio desta perspectiva, também denominada tripla hélice, torna-se possível explanar as três categorias básicas de organização da vida: o gene, o organismo e o ambiente. Além destas categorias, também são incorporados os elementos da aleatoriedade e da contingência (Lewontin 2002).

Neste contexto, Gould and Lewontin (1979) enunciaram uma crítica ao programa adaptacionista, com base no argumento de que a metáfora da *adaptação*, por meio do mecanismo de seleção natural, tal qual empregada na biologia reducionista, traz implícita a idéia de que todos os caracteres de um ser vivo são munidos de um propósito.

Em suma, estes cientistas são mais despojados da visão mecanicista clássica, consideram o papel do acaso na evolução e estudam os organismos em suas integridade e hierarquia. Além disso, interpretam a seleção natural como não direcional e atribuem o fenômeno da especiação aos saltos e, não, exclusivamente, às adaptações locais. O Neodarwinismo inovador reflete, portanto, uma perspectiva dialética da Biologia evolutiva (Di Deus 2007, Eichler 2006).

Em seu sentido mais amplo e moderno (e diante das três correntes supra descritas) evolução passou a significar transformação (e.g. galáxias, linguagens e sistemas políticos evoluem). Portanto, “A evolução biológica é a mudança nas propriedades das populações dos organismos que transcendem o período de vida de um único indivíduo” (Futuyma 2003).

Oriundos da *Síntese moderna* passam a ser quatro os mecanismos principais reconhecidos como envolvidos no processo evolutivo: a deriva genética,<sup>3</sup> a mutação,<sup>4</sup> o fluxo gênico<sup>5</sup> e a seleção natural.<sup>6</sup>

Vale ressaltar que, dentro da natureza do processo evolutivo, nem Darwin, nem os biólogos evolutivos modernos igualaram a evolução à idéia de progresso, nem mesmo seccionaram as formas de vida em inferiores x superiores. A própria palavra “progresso” implica em direção, objetivo; mas os mecanismos evolutivos não são capazes de apontar direções ou objetivos. Assim, a seleção natural, enquanto amorala, não é uma lei e não guia a evolução. Este é apenas mais um dos mecanismos evolutivos que atua sobre a variabilidade e resulta em adaptação (e.g. as diferentes variações do comportamento humano, sob a ação da seleção natural, resultam em um ou mais tipos de comportamentos adaptados) (Futuyma 2003).

Além dos conceitos supra definidos, outros termos (cf. Futuyma 2003), também devem ser entendidos no âmbito dos estudos que permeiam o processo evolutivo:

<sup>3</sup> É o processo no qual as freqüências gênicas, em determinadas populações (especialmente as pequenas), podem flutuar ao acaso, até que um alelo (gene) se fixe e a variação genética seja perdida. Essas mudanças não são atribuídas a pressões seletivas e resultantes de eventos que não se relacionam às características hereditárias

<sup>4</sup> São mudanças que alteram o material genético (tanto os genes quanto os cromossomos).

<sup>5</sup> Ou migração, é a transferência de genes de uma população para outra.

<sup>6</sup> A seleção natural é a sobrevivência ou a reprodução diferencial de algumas variantes em detrimento de outras.



- aptidão darwiniana: medida pelo sucesso reprodutivo relativo na população;
- valor adaptativo:<sup>7</sup> avaliado pela taxa de aumento de um genótipo em relação a outros genótipos;
- adaptação: característica que confere um aumento ao valor adaptativo, moldada pela ação da seleção natural;
- neutralidade: variações seletivamente neutras são irrelevantes para as respostas das populações às modificações ambientais;
- homologia: semelhança entre estruturas de grupos, atribuída a uma mesma origem (o conceito remete à ancestralidade comum);
- analogia: refere-se à semelhança entre estruturas, em função de adaptação à execução da mesma função (a definição implica em convergência evolutiva, mas não necessariamente à ancestralidade);
- genótipo: é o projeto de um organismos; o conjunto de genes recebido dos progenitores para o desenvolvimento;
- fenótipo: é a manifestação, em uma série de etapas do desenvolvimento, da interação do genótipo com o ambiente.

Diante desta breve descrição sobre a história do pensamento evolutivo, é possível afirmar que a descoberta de Darwin não é a obra de uma pessoa, mas uma teoria desenvolvida por gerações que lutaram contra as incongruências e o dogmatismo dentro da ciência. Todavia, as dificuldades na interpretação dos pressupostos darwinistas ainda permanecem atreladas às apropriações equivocadas do cerne desta teoria, por darwinistas (tanto da Biologia, quanto das demais ciências) e antidarwinistas.

## **O impacto do pensamento evolutivo na Arqueologia**

Tanto os termos ligados aos mecanismos evolutivos quanto os demais conceitos inerentes aos estudos em Evolução, quando utilizados ou interpretados de maneira equivocada, dificultam uma melhor compreensão dos pressupostos teórico-metodológicos, desta ciência, aplicados à Arqueologia. Diante da intersecção teórica, entre as ciências humanas e biológicas, os conceitos elencados nos itens anteriores fizeram-se necessários para um entendimento correto do jargão utilizado tanto pelos arqueólogos evolucionistas quanto pelos arqueólogos que estudam o registro arqueológico sob o viés da Ecologia evolutiva.

<sup>7</sup> A seleção natural também atua em genótipos (conjunto de genes de um indivíduo) que diferem em valor adaptativo, expressos pelo fenótipo. Em artigos de língua inglesa, a palavra *fitness* traduz o termo "valor adaptativo". *Fitness* também é um termo muito utilizado nos artigos de Arqueologia evolutiva, entre os pesquisadores brasileiros.

Clark and Barton (1997) reforçaram este pensamento estruturados na afirmativa de que os cientistas devem parar de utilizar os conceitos e os termos evolutivos do século XIX como a base da Arqueologia do século XXI. Murray (2002) complementou este raciocínio e estabeleceu que o resultado da aplicação correta e renovada dos conceitos de Evolução em Arqueologia beneficiará a todos os arqueólogos, qualquer que seja a sua orientação teórica.

Mesmo diante do legado da Evolução para a Arqueologia, segundo O'Brien *et al.* (2003), muitos antropólogos preferem se distanciar da teoria evolutiva "por ansiarem que a humanidade se separe do domínio biológico".

Todavia, membros de uma gama de outras espécies vivem em sociedades. Eles interagem com outros membros e o comportamento dos indivíduos tem conseqüências sobre sua sociedade; assim como a natureza da sociedade tem conseqüências para os seus indivíduos. Há muito tempo, a Biologia evolutiva formula e testa muitas explicações para a sociabilidade nas suas diferentes formas. Estas explicações incluem várias formas de cooperação e conflito.

Algumas características elencadas como únicas para os seres humanos incluem: (1) as vastas quantidade e diversidade de aprendizado social (por observação ou por instrução) – mais amplamente atribuída à transmissão cultural; (2) a linguagem humana; e (3) a intersecção das duas características (o uso da linguagem para instruir e para ser instruído). Em um surpreendente número de outras espécies, particularmente entre mamíferos e aves, os indivíduos também aprendem por meio da observação. No contexto dos isolamentos geográficos, estas "tradições" divergem para diferentes protculturas dentro de uma espécie – dialetos dos cantos das aves, por exemplo. Entretanto, estas características são vastamente ofuscadas pela quantidade de aprendizado social em humanos – de linguagens, tecnologias, e uma multitude de comportamentos, normas, e valores organizados em uma gama de status especializados ou regras sociais, que estão, em contrapartida, organizados em uma gama de organizações especializadas e instituições (Blute 1997).

A complexidade sócio-cultural dos seres humanos é produto da evolução e esta complexidade não os eximiu, até então, do processo evolutivo. Os seres humanos não são, portanto, uma espécie única e amplamente imutável. Sob esta perspectiva, os mecanismos evolutivos, tais como a seleção e a deriva, operam nos seres humanos. Neste contexto, O'Brien *et al.* (2003) afirmaram que a cultura é, simplesmente, uma resposta adaptativa, pela qual uma linhagem particular de organismos evoluiu.

O argumento de que a espécie humana ocupa o topo da evolução revelou-se como mais uma visão unilinear e direcional de progresso, tão anteriormente hostilizada pelos próprios arqueólogos. Conforme O'Brien *et al.* (2003), esta abordagem tornou-se bastante problemática, sobretudo, perante

o contexto de inúmeros desafios para a humanidade, tais como, aquecimento global, a destruição da camada de ozônio, a redução global da diversidade biológica, a clonagem, a crescente resistência de bactérias a antibióticos, a AIDS, entre outros que requerem o conhecimento da teoria evolutiva para serem resolvidos.

### **Arqueologia evolutiva**

O escopo teórico da Arqueologia evolutiva moderna teve como precursor o pesquisador Robert Dunnell, em 1980, por meio do artigo intitulado *Teoria evolutiva e Arqueologia*. Embora este trabalho tenha sido a primeira publicação formal sobre o tema, outras importantes publicações alicerçaram os cernes desta corrente teórica (e.g. Dunnell 1978).

Para desvincular a Evolução das vertentes mais antigas – e interpretadas como unilineares - da Arqueologia evolutiva, alguns arqueólogos preferem utilizar apenas os termos *Arqueologia darwiniana* ou *Arqueologia selecionista* (e.g. Lima 2006). Por outro lado, alguns sectários de Dunnell fazem uso do termo inspirado em seu precursor: *Arqueologia dunnelliana*.

O termo *Arqueologia selecionista*, embora amplamente divulgado, também não engloba todo o escopo dos conceitos da Evolução aplicados à Arqueologia evolutiva, uma vez que, outros mecanismos,<sup>8</sup> além da seleção natural, foram reconhecidos como integrantes do processo evolutivo.

Segundo seus defensores, a Arqueologia evolutiva, em sua definição corrente, compartilha dos mesmos pressupostos teórico-metodológicos incorporados pela Biologia evolutiva e pela Paleontologia, estruturados na teoria da Evolução. Assim, se o evolucionismo cultural entendeu evolução como progresso, a perspectiva darwiniana a idealiza como um processo de transformação. Neste sentido, a teoria evolutiva é utilizada para examinar e explanar a variação no registro arqueológico, as formas como essa variação é transmitida, e por que algumas variáveis passam a funcionar melhor que outras em determinadas circunstâncias (Lima 2006).

De acordo com os arqueólogos dunnellianos, o objetivo fundamental da Arqueologia evolutiva é examinar e explicar a variação (mudança) no registro material e a transmissão dessa variação, bem como entender por que algumas variáveis passam a funcionar melhor que outras, em determinadas circunstâncias (Lima 2006). Para tanto, esta vertente da Arqueologia faz uso de algumas premissas da teoria da Evolução.

<sup>8</sup> Segundo o item 2.1., a *Síntese Moderna* reconheceu outros mecanismos, além da seleção natural, como integrantes do processo evolutivo: fluxo gênico, mutação e deriva genética.

Em suma, os princípios<sup>9</sup> da teoria da Evolução assumem que:

- há variabilidade entre os organismos;
- essa variabilidade pode ser transmitida a outras gerações;
- algumas variantes permanecem melhor ajustadas a certas circunstâncias que outras, e nisto consiste o processo de seleção natural: a persistência diferencial da variação.

A seleção natural pode operar no fenótipo.<sup>10</sup> Para a Arqueologia evolutiva, o registro arqueológico é formado pelas partes duras do fenótipo humano. É um registro empírico da variação, da transmissão, e da persistência diferencial da variação, como produto da operação da seleção natural e da deriva. Os artefatos que permanecem no registro, por sua vez, são os vestígios de fenótipos humanos bem sucedidos. Portanto, a representação diferencial de variação, através do tempo, em todas as escalas, entre os artefatos, gera as explanações (Lyman *et al.* 1998, O'Brien and Holland 1999).

Nesta perspectiva, a Arqueologia evolutiva estabeleceu numerosos paralelos à moderna Paleobiologia. De acordo com os dunnellianos, este corrente teórica foi impulsionada a prover explicações evolutivas sobre o registro arqueológico, tais como aquelas oferecidas pelos paleobiólogos ao registro paleontológico. Ambas as ciências empregam conceitos estruturados na teoria da Evolução, incluindo linhagem (uma linha temporal de mudança atribuída à hereditariedade), seleção natural (um mecanismo de mudança), mecanismos de transmissão (*e.g.* enculturação, estímulo e difusão), inovação (uma fonte de novidades similar à mutação genética), difusão (uma fonte de novidades similar à recombinação genética) e hereditariedade (denota continuidade de maneira homóloga) (Lyman *et al.* 1998).<sup>11</sup>

As discussões sobre a dicotomia estilo x função, em estudos sobre a cultura material, ilustraram, de modo pragmático, a perspectiva evolucionista na Arqueologia. De acordo com Dunnell (1978), a interpretação do registro arqueológico desenvolveu-se sob o paradigma histórico-cultural, cuja estrutura fundamental revelou-se estilística. Neste sentido, tal característica, ligada a fatores históricos, justifica o pouco emprego dos processos evolucionistas à explicação das mudanças culturais.

<sup>9</sup> Estes princípios foram adaptados de Lima (2006). Foram realizados alguns ajustes compatíveis aos conceitos oriundos da moderna versão da teoria da Evolução.

<sup>10</sup> Em seu sentido mais amplo, a seleção natural se aplica a toda natureza, não somente e genótipos e fenótipos (Futuyma 2003).

<sup>11</sup> Estes conceitos foram adaptados da Evolução para o estudo do registro arqueológico.

Conforme retro citado, alguns tópicos da abordagem evolutiva, tal como a seleção natural, apontam para um considerável potencial explanatório. Contudo, boa parte do registro arqueológico não pode ser totalmente explicada em termos de adaptação. Isto posto, não se pode considerar o potencial de uma abordagem evolutiva subtraído de uma distinção entre função, mensurável pelo processo evolutivo, e estilo, mensurável por processos estocásticos (Dunnell 1978).

Para Dunnell (1978), se um atributo resulta em valor adaptativo, é funcional por definição. Sob a perspectiva evolucionista, a função é produto da seleção natural (manifestada pelo sucesso reprodutivo diferencial), e o estilo é resultante da deriva (características que podem, eventualmente, ser fixadas aleatoriamente). Portanto, “o estilo denota aquelas formas que não são detectáveis por valores seletivos. A função é manifestada por meio das formas que afetam diretamente o valor adaptativo darwiniano da população na qual ela ocorre” (Dunnell 1978).

Conforme observado nos parágrafos acima, a discussão da dicotomia estilo x função, sob a abordagem evolucionista, deve ser criteriosamente conduzida. Uma vez que são utilizados aportes teórico-metodológicos interdisciplinares, os conceitos devem ser devidamente descritos e aplicados.

Os ensaios voltados de Arqueologia, sob o viés da dicotomia estilo x função (e.g. Dunnell 1978, O'Brien and Leonard 2001, Vaughan 2001), ou que fazem uso indireto de termos da Biologia evolutiva em Arqueologia (e.g. Jordan and Shennan 2003), trabalham com definições simples, porém imprescindíveis, para o desenvolvimento dos pressupostos da Arqueologia evolutiva, dentro do contexto da Arqueologia como Ciência interdisciplinar.

Para o efeito destes estudos, no ensaio intitulado *Style and function: an introduction*, O'Brien and Leonard (2001) discutiram a dicotomia estilo x função e apresentaram algumas definições de termos abordados pela Arqueologia evolutiva. De acordo com os autores “Diferentes processos evolutivos estão presentes na criação e persistência de atributos estilísticos e funcionais dos nossos artefatos e de seus comportamentos associados” (O'Brien and Leonard 2001).

Neste sentido, O'Brien and Leonard (2001), adaptaram as definições empregadas a homologia e analogia, termos provenientes da Biologia evolutiva, para os objetivos da Arqueologia evolutiva: “(...) Traços utilizados para estabelecer a história de um povo, devem ser homólogos (...), produto das mesmas tradições intelectuais (...). Nem todos os traços, independente da similaridade, são homólogos. As similaridades podem ser convergentes, ou análogas” (O'Brien y Leonard 2001).

Para O'Brien and Leonard (2001), o cerne das discussões evolucionistas, em Arqueologia, reside na possibilidade de a seleção operar em determinados traços e, de uma perspectiva empírica, estabelecer os pressupostos que identificam um traço como funcional ou estilístico.

Dentro desta perspectiva, para a Arqueologia evolutiva, um artefato não é funcional ou estilístico, mas possui atributos funcionais e estilísticos, dentro de um determinado contexto. Além disso, um atributo estilístico pode se tornar funcional, e vice-versa.

Portanto, conforme a abordagem evolucionista, atributos funcionais favorecem o valor adaptativo do indivíduo e, portanto, podem ser explicados por processos evolutivos. Atributos estilísticos não possuem uma função evolutiva, mas um propósito, e podem ser explicados por outros processos históricos (Dunnell 1978, O'Brien and Leonard 2001, Vaughan 2001).

Neste contexto, o ensaio intitulado *A million years of style and function: regional and temporal variation in Acheulean handaxes* (Vaughan 2001), aborda, de maneira clara e objetiva, conceitos utilizados em Arqueologia evolutiva. Vaughan (2001) discute mais enfaticamente, os significados da “deriva” e da “seleção” na dicotomia estilo x função. Para a construção de seus conceitos, o autor baseia-se em uma reflexão de Dunnell (1989), já relatada neste capítulo: “Mecanismos evolutivos operam em variações fenotípicas, e os artefatos são a parte dura do fenótipo humano” (Dunnell 1989).

Para Vaughan (2001), os mecanismos evolutivos que operam naqueles atributos artefatuais, que afetam o valor adaptativo, são distintos daqueles que operam em atributos que não afetam o valor adaptativo. Para o efeito deste estudo, além das definições que abordam a problemática da dicotomia estilo x função, acima compiladas, o autor acrescenta que:

Um atributo é considerado funcional quando os benefícios excedem os custos reprodutivos de um indivíduo (...) Os atributos são selecionados (e podem aparecer e ser mantidos no registro arqueológico) quando os benefícios excedem os custos dos atributos. (...) Em contrapartida (...), um atributo é considerado estilístico quando sua aquisição não confere custo adicional ao valor adaptativo do indivíduo. (...) A seleção não controla nem o aparecimento, nem a persistência de um atributo estilístico. (...) Este é controlado por processos estocásticos, pelo sistema de transmissão de características e pelo tamanho da população (Vaughan 2001).

Dentro do escopo de suas definições, Vaughan (2001), conferiu os atributos funcionais à seleção (que está intrinsecamente relacionada ao valor adaptativo); e os atributos estilísticos, à deriva (ligada a eventos estocásticos e ao tamanho da população) e a processos lamarckistas de evolução (e.g. transmissão de características).

Neste contexto, baseado nos pressupostos de que traços funcionais e estilísticos são controlados por diferentes mecanismos evolutivos e de que, conseqüentemente, a seleção e a deriva produzirão diferentes padrões espaço-temporais na variação observável destes traços, Vaughan (2001) analisou uma amostra de 251 machados-de-mão Acheulenses, provenientes da

Ásia, da Europa e da África. Os objetivos do pesquisador foram investigar a variação das extensões temporal e geográfica dos machados e entender as fontes de qualquer variação ou mudança observável.

Finalmente, embora o tamanho de sua amostra seja discutível, Vaughan (2001) obteve resultados que, segundo o autor, são expressões da distinção entre atributos funcionais e estilísticos.

Atributos funcionais devem apresentar menor variação que os estilísticos (...). Um exemplo para este padrão é que o comprimento do machado (...) têm um impacto sobre o valor adaptativo dos indivíduos Acheulenses que confeccionam e utilizam os machados. (...) Outros atributos, como a largura, (...) comportam-se como estilísticos (...). Há uma maior variação destes atributos ao longo do tempo e das regiões geográficas (Vaughan 2001).

Diante disso, é possível constatar que, de modo similar à Biologia moderna, a Arqueologia evolutiva classifica, descreve, explica, analisa frequências de distribuição e desenvolve estudos comparativos. Os arqueólogos evolucionistas não explanam a evolução cultural - tal como foi entendida pela Nova Arqueologia, como um processo em etapas, progressivo e dirigido, guiando as culturas ao longo de caminhos para a complexidade econômica, social e política - na qual eles positivamente não acreditam, mas a evolução dos fenômenos culturais (Lima 2006).

Mesmo perante um escopo teórico bem direcionado, a Arqueologia evolutiva ainda é causa de recentes debates entre arqueólogos e demais teóricos de áreas afins. Em 2002, o artigo intitulado *Evidence and metaphor in Evolutionary Archaeology*, da autoria de Douglas Bamforth, desencadeou, no ano seguinte, uma rápida reação de alguns arqueólogos evolucionistas (O'Brien *et al.* 2003). Bamforth (2002) acusou a Arqueologia evolutiva de ter pouco a oferecer senão metáforas. Este autor relatou que os argumentos que os evolucionistas apresentam para promover uma intersecção entre os processos evolutivos e o registro arqueológico são insustentáveis. Em sua réplica, os evolucionistas (O'Brien *et al.* 2003) argumentaram que Bamforth (2002) tem uma visão estreita e reducionista da evolução.

No contexto multidisciplinar das pesquisas arqueológicas, alguns cientistas ainda interpretam a teoria da Evolução, aplicada à Arqueologia, de uma maneira equivocada. Torna-se necessário, portanto, esclarecer que, como toda e qualquer teoria científica, a Evolução explica fatos. O registro arqueológico compõe os fatos que, quando aplicados a modelos, podem ser explicados pela perspectiva evolucionista.

## **Ecologia evolutiva**

A Ecologia e a Evolução são ciências que se desenvolveram de modo quase independente. Apenas depois da II Guerra Mundial, os objetivos destas ciên-

cias convergiram no surgimento da Ecologia evolutiva, definida como a aplicação da hipótese da seleção natural (e dos seus efeitos) aos estudos da adaptação, em contextos ecológicos. Deste modo, os objetivos da Ecologia evolutiva convergiram para os estudos sobre a variabilidade comportamental entre os animais relacionada às variações nas taxas de sobrevivência e reprodução (Broughton and O'Connell 1999, Shennan 2002).

Os mecanismos evolutivos atuam sobre as variáveis ecológicas vigentes. Quando o mecanismo evolutivo atuante é a seleção natural, este processo gera adaptações. Neste sentido, se o comportamento tem efeitos na sobrevivência e no sucesso reprodutivo dos indivíduos, então a variação em uma característica, tal como o comportamento de forrageamento, estará sob o jugo, dentre outros mecanismos evolutivos, da seleção natural. Assim, ao longo das gerações, o mais bem sucedido comportamento de forrageamento será fixado na população.

No âmbito destes estudos, a Ecologia evolutiva assumiu algumas hipóteses, dentre as quais: desde que os seres humanos são o resultado de uma longa história de evolução, eles estão sujeitos a tomadas de decisões conscientes, ou inconscientes, sob a luz dos custos e dos benefícios das consequências destas decisões, sobre o futuro do seu sucesso reprodutivo. Geralmente, assume-se que a cultura não atua de forma relevante neste processo, uma vez que qualquer comportamento cultural que não reflita o melhor resultado no cálculo do custo-benefício reprodutivo não perdurará por muito tempo (Shennan 2002).

Baseada em hipóteses alicerçadas no Neodarwinismo, a Ecologia evolutiva consiste no estudo de uma ampla gama de fenômenos, desde as estratégias comportamentais dos indivíduos até a estrutura e a evolução das comunidades biológicas. Cada uma de suas diferentes hipóteses jaz no pressuposto de que cada indivíduo tende a maximizar a razão líquida da energia de captura tanto quanto realçar seu sucesso reprodutivo. As regras de decisão utilizadas pelos organismos estão, portanto, continuamente, sob o jugo dos mecanismos evolutivos. Concatenadas em um modelo, estas hipóteses irão predizer um padrão ótimo de comportamento, sujeito a testes. Como o valor adaptativo revela-se extremamente difícil de ser mensurado, outras variáveis correspondentes são utilizadas, tais como proteínas e calorias, em modelos matemáticos simples (Broughton and O'Connell 1999, Preucel and Hodder 2004, Winterhalder and Smith 1992).

Em suma, a exemplo dos pesquisadores oriundos das ciências naturais, os ecólogos evolucionistas são, geralmente, sectários de uma estratégia de pesquisa conhecida como método hipotético-dedutivo.<sup>12</sup> Este método desen-

<sup>12</sup> O método hipotético-dedutivo aceita a nítida distinção oferecida pela lógica do positivismo, as hipóteses não podem ser estritamente comprovadas, apenas solidamente refutadas.



volve um movimento cíclico entre a criação de modelos abstratos e o seu teste contra as evidências empíricas. Neste sentido, torna-se necessário ressaltar que os modelos simples são uma ferramenta essencial para a análise de sistemas complexos. Características tais como a generalidade, a precisão e o realismo não podem ser, simultaneamente, maximizadas em um modelo de análise. O pesquisador, sim, deve fazer escolhas sobre quais características enfatizar em um dado estudo (Winterhalder y Smith, 1992).

Diante da recorrente e relevante aplicação dos pressupostos teórico-metodológicos da Ecologia evolutiva à Arqueologia, algumas considerações sobre a história desta abordagem serão, também, aqui realizadas com o intuito de desconstruir algumas perspectivas arraigadas em conceitos errôneos.

A Ecologia evolutiva atribui ao ambiente uma função explanatória central. Se interpretada erroneamente, esta perspectiva pode ser associada ao determinismo ambiental. Diante disso, mais uma vez, Winterhalder and Smith (1992) esclareceram que:

(...) nenhum aspecto exclusivamente ambiental é capaz de determinar, de modo único e direto, as características do comportamento ou da sociedade humana. Sempre há uma interação entre os problemas ou as oportunidades ambientais, e as crenças, os objetivos e as capacidades dos seres humanos que as confrontam. O determinismo ambiental do início do século passado falhou em subestimar as grandes diferenças quanto às crenças, aos objetivos e às capacidades entre as diferentes sociedades humanas. (...) Mas apenas ignorar o determinismo ambiental (...) gera um igualmente problemático possibilismo<sup>13</sup> ambiental. (...) Afirmar que o ambiente apenas limita, e, portanto, não desempenha nenhuma função determinante, é o mesmo que ignorar as formas mais súbitas e os graus de causa-efeito.

Para o efeito da definição do “possibilismo ambiental”, é necessário descrever a visão de Franz Boas sobre a relação homem x meio. O ambiente geográfico foi definido por Boas como um elemento condicionante, limitante dos desenvolvimentos que as culturas articulares podem realizar historicamente, mas nunca como um fator determinante ou criador de culturas em qualquer parte. Esta visão dos ambientes culturalmente construídos foi denominada “possibilismo ambiental” e corrobora a premissa de que os ambientes são culturalmente construídos. Diante desta perspectiva, Boas reagiu contra a explicação da realidade humana como determinada por fatores ambientais ou geográficos: as variantes de

<sup>13</sup> O possibilismo de Franz Boaz sustenta que o ambiente gera limites (frequentemente amplos) sobre as potenciais formas de comportamento, mas não desempenha função determinante dentro destes limites.

determinismos biofísicos (Di Deus 2007, Kormondy and Brown 2002, Moran 1994, Neves 1996).

Dentro do contexto das explanações atreladas à interface cultura x ambiente Julian Steward (1955) intentou suplantar o possibilismo boasiano por meio de sua “Ecologia cultural”. De acordo com a perspectiva de Steward, o ambiente determina os resultados dos vários padrões de comportamento e exerce influência dentro dos limites e das possibilidades (Winterhalder and Smith 1992).

Diante disso, Steward inaugurou uma nova concepção de evolução cultural em Antropologia. Este cientista suplantou a visão unilinear da evolução cultural, estabelecida pelos evolucionistas do século XIX (e.g. Morgan e Taylor), por meio de uma interpretação multilinear. Evolução, para Steward passou a ser mudança cultural. Este viés considerava a existência de distintos processos de adaptação cultural ao ambiente.

Para viabilizar a sua abordagem, Steward estabeleceu três procedimentos: (1) analisar a inter-relação entre os aspectos da cultura material mais diretamente relacionados ao uso de recursos e o ambiente; (2) analisar os padrões de comportamento envolvidos na utilização dos recursos de uma área e das tecnologias específicas envolvidas; (3) investigar em que medida os padrões de comportamento desenvolvidos na exploração do ambiente afetam outros aspectos da cultura. Trata-se de um problema a ser determinado empiricamente, e que, segundo ele, varia de acordo com os “tipos culturais”.

Para Rappaport a ecologia está no centro da análise e fornece subsídios conceituais. Dentro desta proposta, as sociedades humanas são estudadas como populações em relação com outras populações e elementos naturais, em um ecossistema. A cultura seria, nesta perspectiva, uma propriedade particular (de grande importância) da população estudada, mas não compreenderia a unidade analítica (Di Deus 2007).

Com o advento do neodarwinismo e a aplicação correta dos conceitos dos mecanismos evolutivos aos estudos em Ecologia, a hodierna Ecologia evolutiva surgiu da aplicação dos fatores que operam na evolução (e.g. seleção natural), ao entendimento dos modelos alicerçados em uma metodologia hipotético-dedutiva, para o estudo dos fenótipos individuais e dos sistemas sociais (Winterhalder and Smith 1992).

Conforme Winterhalder and Smith (1992), os adeptos desta vertente teórica não assumem que a seleção natural e a adaptação ecológica, por si só, expliquem todas as ações humanas, apenas aquelas que são as causas mais importantes de sua variação. E mesmo quando a seleção e a adaptação são as influências mais atuantes, elas não necessariamente produzem uniformidade; ao contrário, elas geram padrões de variação fenotípica (adaptativa) inerentes às variações do estado ambiental, trajetórias evolutivas

historicamente únicas, ou resultados indeterminados com múltiplos equilíbrios possíveis.

A lógica da otimização não requer que o indivíduo esteja conscientemente engajado em uma escolha racional, mas também não nega a intencionalidade durante a tomada de decisões. Apesar dos mecanismos genéticos, fisiológicos ou cognitivos envolvidos no estabelecimento de um comportamento, a Ecologia evolutiva estuda, apenas, a ação da seleção natural sobre o comportamento e seu valor adaptativo relacionado. Desta maneira, os ecólogos comportamentais ignoram os detalhes do processo da herança e assumem que o comportamento representa uma adaptação oriunda das “regras de decisão”, que estão sob seleção. Esta abordagem foi denominada de “vantagem fenotípica” (Broughton and O’Connell 1999, Smith and Winterhalder 1992).

### **Evolução e ecologia: métodos divergentes, conceitos complementares**

Diante disso, de todo o escopo teórico-metodológico supra-definido, a Ecologia evolutiva é reconhecida como uma ciência preditiva. Neste sentido, os arqueólogos evolucionistas a inseriram no contexto das ciências ahistóricas. De acordo com a perspectiva dunnelliana, as ciências ahistóricas (e.g. Física, Química e Ecologia) adotam uma visão *essencialista* da realidade e concebem os fenômenos como uma gama de tipos fixos. Desde que os fenômenos sejam imutáveis, nesta estrutura, torna-se possível construir relações constantes, ou leis sobre eles. São essas leis que atribuem capacidades preditivas às ciências ahistóricas. Por outro lado, as ciências históricas, tais como, segundo os dunnellianos, a Arqueologia evolutiva (e a própria Evolução), adotam uma metafísica<sup>14</sup> *materialista*. Nesta perspectiva, os fenômenos estão sob um constante processo de transformação. Desde que as relações entre os fenômenos estão contingencialmente delimitadas, declarações ou leis universais não podem ser feitas; e as predições são, portanto, impossíveis de serem estabelecidas. Diante destas definições, apenas as ciências históricas são capazes de monitorar as mudanças, as ahistóricas só podem mensurar as diferenças (Broughton and O’Connell 1999, Lima 2006).

Em suma, os arqueólogos evolucionistas rejeitam os estudos de comportamento e consideram inviável a reconstrução deste por meio das evidências arqueológicas. Os dunnellianos também argumentam que as teorias e os modelos alicerçados na Etologia, tão característicos da Ecologia evolutiva, carecem de suficiência empírica e, portanto, não devem ser

<sup>14</sup> Neste contexto, a metafísica é o corpo de conhecimentos racionais que fundamenta o conjunto de princípios de uma ciência.

inseridos no escopo da Arqueologia evolutiva científica (Broughton and O'Connell 1999). Todavia, todas as ciências modernas já abandonaram esta forma radical de empiricismo baseada no pressuposto de que apenas os fenômenos diretamente observáveis podem ser estudados dentro de uma estrutura científica.

Até mesmo Dunnell incorreu alguns de seus estudos em variáveis comportamentais, em formulações fundamentadas explicitamente nos princípios da seleção de grupo e nas suas definições de subsistências especialistas x generalistas (Dunnell 1994).

A despeito das polêmicas, as ciências preditivas e as metafísicas podem ser, na verdade, complementares. Segundo Popper (1972), o método hipotético-dedutivo é um método crítico, uma vez que se trata de um método de tentativa e eliminação de erros, de proposição de teorias e a submissão destas mesmas teorias a severos testes que podem ser simulados. Portanto:

(...) a ciência começa com problemas e prossegue contestando teorias que são avaliadas criticamente (...). Isto demanda muitos testes críticos (...). Na maioria dos casos, (...) a teoria será derrubada e novos problemas irão surgir (...). Este ciclo pode ser sumarizado no seguinte diagrama:  $P_1 - TT - EE - P_2$  (problema – teoria testada – eliminação do erro – problema) (Popper 1972).

Diante disso, Popper (1976) reconhece o importante papel da teoria da Evolução nas ciências preditivas. De acordo com este autor, o Darwinismo (como teoria mais filosófica que científica) funciona como estrutura para a visão hipotético-dedutiva da ciência:

Portanto, não há indução: os fatos, por si só, nunca geram teorias, a menos que isso ocorra por meio da refutação ou da falsificação de hipóteses. Esta visão da ciência pode ser descrita como seletiva ou Darwiniana. Por outro lado, as teorias de método que, declaradamente, procedem da indução ou que enfatizam a verificação (em detrimento da falsificação), são tipicamente Lamarckianas: acentuam a direção pelo ambiente, mas não consideram a seleção pelo ambiente (Popper 1976).

Deste modo, segundo a perspectiva popperiana, o mundo natural não é explicado pelas hipóteses, mas pelas potenciais refutações das hipóteses formuladas.

Para Popper (1972) não existem leis Darwinianas de Evolução, à medida que a Evolução não é uma teoria científica, mas uma teoria metafísica. Todavia, esta teoria reveste-se de importância para ciência, quando inserida em um contexto de programas de pesquisa metafísicos que podem ser criticados e desenvolvidos.

Diante do exposto, conforme discutido nos itens anteriores, em seu sentido mais amplo, a evolução significa transformação, mudança. Ao contrário da proposta dunnelliana, os mais diferentes campos da Biologia conciliam, em seus estudos, o entendimento das transformações aos métodos preditivos. Em outras palavras, o método hipotético-dedutivo é utilizado nas Ciências Biológicas, incluindo a Ecologia, em um contexto de retro-alimentação da teoria evolutiva. Prova maior da interface predição x evolução foi o desenvolvimento da Cladística<sup>15</sup> e da hipótese da Rainha vermelha.<sup>16</sup>

Portanto, existem divergências fundamentais entre a Ecologia evolutiva e a Arqueologia evolutiva quanto às abordagens utilizadas no estudo do registro arqueológico. A primeira vertente estabelece modelos preditivos, sobre o comportamento das sociedades humanas pretéritas, baseados nos dados obtidos da análise dos vestígios arqueológicos. A segunda explana as transformações evidenciadas neste mesmo registro.

Diante do exposto, torna-se evidente a relação complementar e interdependente entre Ecologia (uma ciência preditiva) e Evolução (uma teoria metafísica explanatória).

Neste capítulo, foram delineadas e discutidas as teorias evolutivas que explanam os modelos ecológicos preditivos. As definições, abordadas neste capítulo, fizeram-se necessárias para o entendimento dos modelos utilizados nos estudos das estratégias de subsistência e mobilidade entre os grupos humanos pretéritos. Estes pressupostos alicerçarão o capítulo 3 e a discussão dos resultados, obtidos nas análises dos registros zooarqueológicos dos sítios Maracaju 1 e Santa Elina.

Diante disso, o capítulo a seguir contemplará as questões e as hipóteses sobre os padrões de mobilidade, os modelos de subsistência e a apropriação do ambiente por sociedades humanas pretéritas. Os pressupostos considerados no capítulo vindouro servirão como subsídios para a elaboração de novas hipóteses e a aplicação de modelos que ajudem a elucidar algumas questões inerentes às relações ser humano/fauna, nos contextos pretéritos dos sítios arqueológicos em tela.

<sup>15</sup> Segundo já discutido em capítulos anteriores, esta metodologia de classificação busca refletir a história evolutiva dos grupos e reuni-los com base no grau de parentesco filogenético. Para tanto, são elaborados cladogramas que refletem hipóteses sobre as relações filogenéticas dos seres vivos.

<sup>16</sup> Esta hipótese foi, inicialmente, formulada para testar certos padrões no registro paleontológico que apontavam para a independência estatística entre a idade de um táxon e a sua susceptibilidade à extinção. Neste sentido, o ambiente dos seres vivos está em constante deterioração e leva as espécies a um eterno esforço para manterem a adaptação (e.g. relação predador-presa) (Van Valen, 1973).

## O modelo do forrageamento ótimo

Um exemplo do entendimento das transformações evolutivas no contexto ecológico é a aplicação do modelo do forrageamento ótimo ao estudo das populações biológicas. O forragemaneto é subdividido, de acordo com os estágios de decisão do predador, em amplitude da dieta, regras de movimento, alocação de tempo e formação de grupos, entre outras subdivisões. Conforme os pressupostos da Ecologia evolutiva, este modelo gera predições sobre as estratégias de subsistência que contemplarão os indivíduos com o melhor resultado custo-benefício em qualquer gama de circunstâncias. O forrageamento ótimo é simulado a partir de estratégias de subsistência reais (Preucel and Hodder 2004, Shennan 2002).

Os trabalhos clássicos de Mac Arthur and Pianka (1966) deram início ao desenvolvimento do modelo do forrageamento ótimo. Neste contexto, Stephen and Krebs (1986) analisaram 72 trabalhos sobre forrageamento ótimo em animais, entre 1970-80, e só em 9 estudos foram encontradas inconsistências completas com o modelo. A premissa básica deste modelo é que a aptidão de um animal depende de sua eficiência de forrageamento (ação que tem início desde a procura até a obtenção de alimento).

O forrageamento<sup>17</sup> culmina no estabelecimento do contato predador/presa. Este padrão de contato é crítico na determinação da taxa de consumo do predador. Os predadores verdadeiros<sup>18</sup> e os pastejadores<sup>19</sup> tipicamente forrageiam e movimentam-se dentro do seu próprio *habitat* em busca de presas. Neste sentido, o padrão de contato é determinado pelo comportamento do predador ou pelo comportamento evasivo da presa.

A medida apropriada de eficiência no comportamento de forrageamento pode ser estabelecida pela taxa líquida de energia consumida.<sup>20</sup> O modelo de forrageamento ótimo é empregado, então, para testar os padrões de comportamento de subsistência que têm sido (ou foram) favorecidos pela seleção natural. Uma vez que um comportamento de forrageamento resulta na mais elevada taxa líquida de ganho energético, admite-se que ele foi favorecido pela seleção natural.

<sup>17</sup> As definições aplicadas na explicação do modelo de forrageamento, tais como tratadas neste item, foram adaptadas de Townsend *et al.* (2006).

<sup>18</sup> Os predadores verdadeiros matam invariavelmente suas presas, para o consumo, quase imediatamente após atacá-las (Townsend *et al.* 2006), exemplos: leões, aranhas e seres humanos.

<sup>19</sup> Os pastejadores, geralmente, em curto prazo, não matam suas presas para o consumo. Alimentam-se de parte de cada item da presa (Townsend *et al.* 2006), exemplos: bovinos, gafanhotos e seres humanos.

<sup>20</sup> Quantidade de energia obtida por unidade de tempo, após ter sido considerada a energia despendida pelo predador na atividade de forrageamento.

As previsões do modelo do forrageamento ótimo não se aplicam a todas as decisões de forrageamento de qualquer predador. Neste contexto, uma gama de aspectos de comportamento pode ser aplicada:

- Dentro do *habitat* disponível, o predador pode concentrar seu forrageamento onde a expectativa de taxa líquida de consumo de energia é mais alta ou onde o risco de períodos extensos de consumo é menor.
- O local escolhido por um predador pode refletir apenas o consumo de energia esperado ou pode resultar em algum balanço do consumo esperado em relação ao risco de ser predado por seus predadores.
- Um predador pode permanecer por períodos extensos em um local e evitar deslocamentos improdutivos de um fragmento a outro, ou pode deixar a mancha mais cedo, antes que seus recursos sejam exauridos.
- O consumo de energia líquida, esperada de um dado local, é, presumivelmente, tanto um reflexo da sua produtividade intrínseca quanto do número de forrageadores em competição.

Uma das premissas do modelo do forrageamento ótimo é a amplitude da dieta: faixa de variação dos tipos de alimentos consumidos por um predador. Esta faixa depende da resposta dos predadores, no momento de encontro com as presas.

Os predadores generalistas apresentam uma ampla variação na dieta e, conseqüentemente, perseguem uma grande proporção dos tipos de presa que encontram. Os especialistas têm uma dieta de estreita composição e continuam a buscar até encontrar sua presa específica preferida.

Os generalistas têm a vantagem de despender, relativamente, pouco tempo de busca: a maior parte dos itens encontrada é perseguida e, em caso de sucesso, consumida. A desvantagem dos generalistas é a inclusão, em sua dieta, de itens de baixo valor energético. Este tipo de predador conta com o benefício do consumo líquido de energia, sobretudo, oriundo do tempo – mas sua taxa de consumo é, em geral, relativamente baixa.

Por outro lado, os especialistas incluem apenas itens altamente vantajosos em sua dieta. Contudo, sofrem a desvantagem de despender um tempo relativamente grande na busca por suas presas. Neste sentido, os especialistas estão sujeitos a expender longos períodos com desperdício de energia líquida – mas, quando consomem algo de elevado valor energético, eles o fazem numa taxa relativamente elevada (Begon 2007).

Assim, a determinação da estratégia de forrageamento ótimo, prevista para um predador em particular, compreende a determinação de como estes pontos, a favor e contra, deveriam ser balanceados no sentido de maximizar a taxa líquida global de consumo de energia, durante a busca e a manipulação da presa (MacArthur and Pianka 1966).

Deste modo, o modelo da dieta ótima resulta em diversas previsões:

- Os predadores que apresentam tempos de manejo tipicamente curtos, comparados com seus tempos de busca, deveriam ser generalistas. Em virtude do pequeno tempo necessário para manipular um item de presa, que já tenha sido encontrado, eles podem, quase imediatamente após, iniciar a busca de outro item de presa.
- Predadores com tempo de manipulação relativamente longos, em comparação ao tempo de busca, ao contrário, deveriam ser especialistas: a maximização da taxa líquida de consumo de energia é alcançada pela inclusão, somente, dos itens mais produtivos na dieta.
- Tudo mais sendo igual, um predador deveria ter uma dieta mais ampla em um ambiente improdutivo (onde os itens de presa são relativamente raros e os tempos de busca, em geral, são relativamente grandes) do que em um ambiente produtivo (onde os tempos de busca são, em geral, menores).
- Os predadores deveriam ignorar os tipos de alimento insuficientemente produtivos, sem levar em consideração as suas abundâncias.

Em suma, o comportamento de forrageamento de um predador converge para a otimização, que assume que os indivíduos irão se relacionar aos seus ambientes de modo a maximizar seu sucesso reprodutivo.

Neste sentido, se o comportamento de forrageamento tem efeitos na sobrevivência e no sucesso reprodutivo dos indivíduos, então a sua variação estará sob o jugo da seleção natural. Assim, ao longo das gerações, o mais bem sucedido comportamento de forrageamento será fixado na população.

Isso não implica na afirmação de que tudo que existe deve ser ótimo, mas que, dado as informações obtidas sobre o contexto específico e o comportamento em estudo, é possível prever o que será ótimo, por exemplo, a estratégia de forrageamento com o melhor retorno para uma dada medida de esforço. Neste contexto, o ótimo pode ou não ser observado. Os animais não têm consciência de objetivos evolutivos. Eles são guiados por necessidades muito iminentes, tais como obter a próxima refeição. De qualquer forma, isso é imaterial para a atuação da seleção natural, que, simplesmente trabalha sobre os resultados do comportamento e suas implicações (Shennan 2002).

### **Modelos de subsistência humana aplicados ao estudo do registro arqueológico**

Uma vez compreendidos os pressupostos e as aplicações dos modelos advindos do forrageamento ótimo torna-se possível e viável adaptá-los aos estudos de subsistência humana.

Os modelos de subsistência humana foram produzidos no âmbito da interdisciplinaridade entre a Arqueologia e a Ecologia Evolutiva/Humana com o



objetivo de entender o comportamento humano na procura, obtenção e escolha de recursos para consumo. Estes modelos analíticos permitem fazer previsões sobre alguns aspectos do comportamento humano, em determinadas regiões. Assim, conforme supra mencionado, os modelos advindos do forrageamento ótimo são os mais utilizados em estudos de Ecologia Humana (López 2002). Em Arqueologia, os resultados resgatados no registro são comparados com os resíduos preditos deste modelo (Preucel and Hodder 2004, Shennan 2002).

Assim como na versão biológica, a visão antropológica dos modelos sucedidos do forrageamento ótimo presume que as decisões dos seres humanos, enquanto predadores, são feitas em função da maximização da obtenção de energia. Adaptado ao contexto humano de alocação de recursos, este modelo de otimização da dieta é utilizado para acessar os custos e benefícios entre diferentes estratégias de forrageamento, que definem: (1) a gama de escolhas disponíveis (*e.g.* manchas e presas); (2) a avaliação dessas escolhas (em função do local, do tempo e do tamanho do grupo); (3) as metas presumíveis do organismo; e (4) as restrições que limitam os benefícios das diferentes escolhas (Lupo 2007).

No contexto destas definições, a amplitude assume que um forrageador procura por todas as presas simultaneamente e as encontra randomicamente e seqüencialmente dentro do ambiente (assumindo-se um ambiente grão-fino). O tempo de forrageamento é baseado nas decisões dos forrageadores na ocasião da procura e do encontro com a presa: persegui-la, capturá-la, subjuguá-la e consumi-la ou continuar procurando. A decisão que maximiza a taxa média de ganho, por unidade de tempo, depende de qual alternativa tem a maior probabilidade de maior retorno energético. Isso é feito pela adição (hierárquica) de recursos de maior para a menor taxa de retorno energético na dieta (Lupo 2007).

Conforme Hawkes and O'Connell (1992), os recursos podem ser hierarquizados pelos benefícios obtidos do consumo relativo aos custos do forrageamento. Recursos de baixo valor energético podem ser comuns, mas os forrageadores os exploram apenas quando não conseguem esperar um elevado retorno da procura e da captura por presas de maior retorno. Se os encontros com presas de maior retorno energético são suficientemente frequentes, os forrageadores tendem a ignorar aquelas de menor retorno. Por outro lado, se os encontros com as presas de maior valor energético declinam em freqüência, os forrageadores tendem a investir menos nesta procura e mais na captura dos recursos de menor retorno.

A distinção entre a procura e as ações após o encontro da presa torna-se essencialmente relevante durante as predições sobre as modificações na abundância/conspicuidade/acessibilidade dos recursos.

Ainda de acordo com os pesquisadores supracitados, a relação entre a amplitude da dieta e a proporção do tempo de forrageamento devotado à procura x captura tem implicações nas transições de subsistência, incluindo a domesticação de plantas e animais. Em uma situação em que a dieta ótima torna-se relativamente limitada e a procura representa uma ampla parte dos custos de forrageamento, o aumento na eficiência de procura pode ter um considerável efeito na eficiência total, ainda que um aumento similar na eficiência de captura não ocorra.

Bettinger (1987) e Hawkes and O'Connell (1992) argumentaram que enquanto a abundância total de recursos altamente energéticos declina e o tempo de procura aumenta, a amplitude da dieta também tende a aumentar. Do mesmo modo que descrito para os demais predadores, entre os humanos, sob circunstância alguma a amplitude da dieta diminui como resposta à escassez. Em alguns casos, os forrageadores tendem a maximizar taxas de retorno médio pela completa eliminação do esforço de procura. Por outro lado, a seletividade é a resposta apropriada ao aumento na abundância de recursos.

Se por um lado Bettinger (1987) e Hawkes and O'Connell (1992) enfatizaram a importância da abundância de recursos nos padrões de forrageamento entre os grupos de caçadores-coletores, por outro, Kelly (1983) refletiu sobre a diferença entre os conceitos de abundância e acessibilidade de recursos. Este autor definiu acessibilidade como a quantidade de tempo e esforço requeridos na aquisição de recursos faunísticos e vegetais do ambiente. A dispersão, o tamanho, a localização dos recursos em diferentes estratos e os custos do processamento são os primeiros constituintes da acessibilidade de recursos.

Neste contexto, enquanto as Savanas possuem uma produtividade menor em relação às Florestas Tropicais, uma grande porcentagem desta produtividade pode ser mais acessível aos seres humanos em Savanas que em Florestas Tropicais.

O produto da divisão da média da biomassa secundária pela média da biomassa primária de cada bioma resultou em uma tabela de acessibilidade da fauna elaborada por Kelly (1983), baseada nos estudos de vários autores.

Kelly (1983) observou que a fauna nos trópicos, Cerrados, Florestas Temperadas e Florestas Boreais (áreas, geralmente, com elevada biomassa primária caracterizadas por árvores altas, coníferas ou ambas) apresenta maior dificuldade de acesso (para captação de recursos conspícuos) para grupos de caçadores. Os animais de ambientes caracterizados por elevada produtividade se alimentam no *locus* da produção, tendem a apresentar um tamanho corporal mais reduzido e a se distribuir em diversos extratos da vegetação.

Por outro lado, a Tundra, a Savana e os Campos são caracterizados por uma maior acessibilidade à fauna. Comparada à Floresta Decídua, por exemplo, a Tundra tem muito menos biomassa faunística por unidade de área, mas muito desta biomassa é mais acessível aos seres humanos comparativamente à biomassa da Floresta Decídua. Neste sentido, muitos animais de áreas de baixa biomassa primária são caracterizados por um maior tamanho corporal, elevada conspicuidade, comportamento gregário e fácil monitoramento. Portanto, esta fauna pode ser constantemente inserida no escopo da alocação de recursos por seres humanos, preferencialmente a animais solitários, menores e dispersos pelo ambiente.

Por outro lado, Kelly (1983) argumentou que as estratégias de mobilidade são apenas mais uma alternativa no modo como os caçadores-coletores se organizam para resolver os problemas sobre a aquisição de recursos. Para este autor, os modelos de forrageamento ótimo estão mais explicitamente concentrados na natureza das estratégias de forrageamento em detrimento das estratégias de mobilidade dentro das quais os padrões de subsistência podem ser explicados. Os modelos de forrageamento ótimo desempenham um papel crucial no entendimento da função do comportamento de forrageamento para as estratégias de mobilidades das populações humanas pretéritas.

Dois outros modelos também utilizados no âmbito das pesquisas sobre forrageamento ótimo são o modelo da escolha de manchas e os modelos de lugar central de forrageamento (LCF). O primeiro assume que um ambiente grão-fino não deve ser universalmente aplicável a todos os tipos de presa dentro da gama de escolhas dos caçadores humanos. Estudos etnográficos demonstraram que os caçadores freqüentemente exploram *microhabitats* específicos durante a procura de particulares tipos de presas e antecipam estes encontros com tecnologias apropriadas para a obtenção dos recursos. Uma vez que os recursos estão distribuídos em manchas, os forrageadores devem decidir que gama de manchas deve incluir durante os eventos de forrageamento.

O LCF é um termo que abrange diferentes modelos que examinam o comportamento de forrageadores não-humanos que transportam recursos para um lugar central para consumo ou alimentação da prole, provisionamento e outras atividades. Esta gama de modelos considera como os custos de transporte de um recurso podem influenciar na escolha de um recurso, tamanho da presa, distâncias entre as manchas de forrageamento, a inserção dos lugares centrais na paisagem e a intensidade/grau de processamento da presa. As aplicações dos modelos LCF mostraram que os organismos tornam-se mais ou menos seletivos para o transporte de presas de maior/menor porte em função das distâncias dos lugares centrais (Kaplan y Hill 1991, Lupo 2007).

TABLE 5  
Structure of Faunal Resources  
(Data from Whittaker 1975:51-65; Illies 1974:26-35; Rodgers and Kerstetter 1974:40-98; Cloudsley-Thompson 1975:30-161)

Biome	Herbivorous		Species Diversity	Primary Mammalian Habitat		Secondary Biomass Distribution
	Body Size					
Tropical Rain Forest	small		very high	arboreal	dispersed	
Tropical Seasonal Forest	small		high	terrestrial-arboreal	dispersed	
Tropical Savanna	large		medium-high	terrestrial	gregarious	
Woodland/Scrubland	medium		high	terrestrial-burrowing	dispersed/gregarious	
Temperate Grassland	large		low	terrestrial-burrowing	gregarious	
Desert/Semidesert	small/medium		medium	terrestrial-burrowing	dispersed	
Temperate Deciduous Forest	medium		medium-high	terrestrial-arboreal	dispersed	
Temperate Evergreen Forest	medium/large		low	terrestrial	dispersed	
Boreal Forest	large		very low	terrestrial	dispersed	
Tundra	large		very low	terrestrial	gregarious/dispersed	

Figura 1. Estructura dos recursos faunísticos nos biomas. Tabela adaptada de Kelly (1983).

Diante do exposto, o forrageamento ótimo é um modelo importante para uma compreensão mais detalhada dos padrões de subsistência e mobilidade em sociedades humanas pretéritas. Contudo, não é a única explicação para estes padrões. Ainda de acordo com Lupo (2007) os grupos humanos também respondem à religião, rituais, hierarquia, arte e obrigações pessoais. Portanto, nem todos os movimentos de grupos humanos são diretamente controlados pela subsistência. As populações humanas pretéritas podem ter se movimentado em função do acesso à lenha, matéria-prima para produção de ferramentas ou devido à intolerância aos insetos. Movimentos podem, ainda, ser socialmente ou politicamente motivados.

## Bibliografia

Bamforth, Douglas

2002 "Evidence and Metaphor in Evolutionary Archaeology", *American Antiquity*, v. 67, no. 3, pp. 435-52, Society for American Archaeology, Washington, D. C., U.S.A.

Begon, Michael; Colin R. Townsend and John L. Harper

2007 *Ecology: From Individuals to Ecosystems*, Blackwell Publishing, Oxford, United Kingdom, 738 pp.

Bettinger, Robert L.

1987 "Archaeological Approaches to Hunter-Gatherers", *Annual Review of Anthropology*, v. 16, Annual Reviews, Palo Alto, USA, p. 121-142.

Blute, Marion

1997 "History versus Science: The Evolutionary Solution", *Canadian Journal of Sociology / Cahiers canadiens de sociologie*, v. 22, no. 3, Edmonton, Canada, pp. 345-364.

Clark, G. A. and C. M. Barton

1997 "Rediscovering Darwin", Clark, G. A. and C. M. Barton (Eds.). Rediscovering Darwin: Evolutionary Theory and Archeological Explanation, in *Archaeological Papers of the American Anthropological Association*, no. 7, American Anthropological Association, Arlington, USA, pp. 309-19.

Darwin, Charles S.

2004 *A Origem das Espécies e a Seleção Natural*, Madras, São Paulo, Brasil, 448 pp.

Di Deus, E.

2007 *Antropologia e Ambiente: entre transgressões e sínteses*. Dissertação (Mestrado em Antropologia Social), Instituto de Ciências Sociais, UnB, Brasília.

Dunnell, R. C.

1978 "Style and function: a fundamental dichotomy", *American Antiquity*, v. 43, no. 2, Society for American Archaeology, Washington, D.C., USA, pp. 192-202.

- 1994 "Review of Rivers of Change: Essays on Early Agriculture in Eastern North America", *American Antiquity*, v. 59, p. 571-572.
- Fonseca, A. T.
- 2006 "Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica", *Varia hist.*, v. 22, no. 36, Belo Horizonte dic. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-87752006000200019](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-87752006000200019)>.
- Gould, Stephen J.
- 1992 "Punctuated Equilibrium in Fact and Theory", Somit, Albert and Peterson, Steven *The Dynamics of Evolution*, Cornell University Press, New York, USA, pp. 54-84.
- Gould, Stephen J.
- 2004 *O Polegar do Panda*, Editora Martins Fontes, São Paulo, Brasil, 298 pp.
- Gould, Stephen J. and R. C. Lewontin
- 1979 "The Spandrels of San Marco and the Panglossian Paradigm: a Critique of the Adaptationist Programme", *Proceedings of the Royal Society of London*, Series B, v. 205, no. 1161, Royal Society Publishing, London, United Kingdom, pp. 581-598.
- Griffiths, Anthony J. F.; Jeffrey H. Miller; David T. Suzuki; Richard C. Lewontin and William M. Gelbarth
- 2002 *Introdução à Genética*, Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, Brasil, 764 pp.
- Hawkes, K.; J. O'connell
- 1992 "On Optimal Foraging Models and Subsistence Transitions", *Current Anthropology*, v. 33, no. 1, The University of Chicago Press, Chicago, USA, pp. 63-66.
- Johanson, Donald C. and Maitland A. Edey
- 1996 *Lucy: Os Primórdios da Humanidade*, Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, Brasil, 520 pp.
- Jordan, Peter and Stephen Shennan
- 2003 "Cultural transmission, language and basketry traditions among the Californian Indians", *Journal of Anthropological Archaeology*, vol. 22, Elsevier, USA, pp. 42-74.
- Kelly, Robert L.
- 1983 "Hunter-Gatherer Mobility Strategies", *Journal of Anthropological Research*, vol. 39, no. 3, University of new Mexico, Albuquerque, USA, pp. 277-306.
- Kormondy, Edward J. and Daniel E. Brown
- 2002 *Ecologia Humana*, Editora Atheneu, São Paulo, Brasil, 503 pp.

Lewontin, Richard

2002 *A Tripla Hélice: Gene, Organismo e Ambiente*, Companhia das Letras, São Paulo, Brasil, 144 pp.

Lima, Tania A.

2006 "Teoria arqueológica em descompasso no Brasil: o caso da Arqueologia Darwiniana", *Revista de Arqueologia SAB*, vol. 19, Sociedade de Arqueologia Brasileira, São Paulo, Brasil, pp. 125-141.

López, Gabriel E. J.

2002 "La ecología del comportamiento como marco explicativo del consumo de recursos faunísticos en el Temprano de la Punta Salteña", Martínez, G. A. and J. L. Lanata (Eds.), *Perspectivas Integradoras entre Arqueología e Evolución: Teoría, Método y Casos e Aplicación*. Série Teórica, no. 1, INCUAPA.

Lupo, Karen D.

2007 "Evolutionary Foraging Models in Zooarchaeological Analysis: Recent Applications and Future Challenges", *J. of Archaeol. Res.*, vol. 15, Springer Netherlands, Dordrecht, The Netherlands, pp. 143-189.

Lyman, R. Lee; Michael J. O'Brien; Michael S. Alvard; James L. Boone; Michael W. Graves; Ethan E. Cochrane; Terry L. Hunt; Teresa D. Hurt; Robert D. Leonard; Todd Vanpool; José L. Lanata; Carl P. Lipo; Mark E. Madsen; P. J. Richerson; R. L. Bettinger; R. Boyd; Michael Rosenberg; Eric A. Smith and Charles S. Spencer

1998 "The Goals of Evolutionary Archaeology: History and Explanation [and Comments and Reply]", *Current Anthropology*, vol. 39, no. 5, The University of Chicago Press, Chicago, USA, pp. 615-652.

Mac Arthur, Robert H. and Eric R. Pianka

1966 "On optimal use of a patchy environment", *The American Naturalist*, vol. 100, The University of Chicago Press, Chicago, USA, pp. 603-609.

Mayr, Ernst

2005 *Biologia, Ciência Única: Reflexões Sobre a Autonomia de uma Disciplina Científica*, Companhia das Letras, São Paulo, Brasil, 272 pp.

Moran, Emilio F.

1994 *Adaptabilidade Humana: Uma Introdução à Antropologia Ecológica*, EDUSP, São Paulo, Brasil, 448 pp.

Murray, Tim

2002 "Evaluating Evolutionary Archaeology", *World Archaeology*, vol. 34, no. 1, Taylor and Francis, Ltd., Oxfordshire, United Kingdom, pp. 47- 59.

Neves, Walter

1996 *Antropologia Ecológica: Um Olhar Materialista Sobre as Sociedades Humanas*, Cortez Editora, São Paulo, Brasil, 87 pp.

- O'Brien, Michael J. and T. D. Holland  
 1999 "The Nature and Premise of a Selection-Based Archaeology", Teltser, Patrice A. (Ed.). *Evolutionary Archaeology*, University of Arizona Press, Tucson, USA, pp. 175-200.
- O'Brien, Michael J. and Robert D. Leonard  
 2001 "Style and Function: An Introduction", Hurt, Teresa D. and Gordon F. M. Rakita (Eds.). *Style and Function: Conceptual Issues in Evolutionary Archaeology*, Bergin and Garvey, Westport, USA, pp. 1-23.
- O'Brien, M. J.; R. L. Lyman and R. D. Leonard  
 2003 "What is Evolutions? A Response to Bamforth", *American Antiquity*, vol. 68, no. 3, Society for American Archaeology, Suite, USA, pp. 573-580.
- Popper, Karl R.  
 1972 *Objective Knowledge: An Evolutionary Approach*, Oxford University Press, New York, USA, 390 pp.
- Popper, Karl R.  
 1972 *Unended Quest: An Intellectual Autobiography*, Fontana, London, United Kingdom, 260 pp.
- Shennan, Stephen  
 2002 "Archaeology and Evolutionary Ecology", *World Archaeology*, vol. 34, no. 1, Taylor & Francis, Ltd., Oxfordshire, United Kingdom, pp. 1-5.
- Stephens, David W. and John R. Krebs  
 1986 *Foraging Theory*, Princeton Univ. Press, Princeton, USA, 262 pp.
- Towsend, Colin R.; Michael Begon and John L. Harper  
 2006 *Fundamentos em Ecologia*, ARTMED, Porto Alegre, Brasil, 2 ed., 576 pp.
- Vaughan, C. D.  
 2001 "A Million Years of Style and Function: Regional and Temporal Variation in Acheulean Handaxes", Hurt, Teresa D. and Gordon F. M. Rakita (Eds.). *Style and Function: Conceptual Issues in Evolutionary Archaeology*, Bergin and Garvey, Westport, USA, pp. 141-163.
- Van Valen, Leigh A.  
 1973 "New Evolutionary Law", *Evol. Theory*, vol. 1, Macmillan Publishers Limited, London, United Kingdom, pp. 1-30.
- Winterhalder, Bruce and Eric A. Smith  
 1992 "Evolutionary Ecology and the Social Sciences", Winterhalder, B. and Eric A. Smith (Eds.), *Evolutionary Ecology and Human Behavior*, Aldine de Gruyter, New York, USA, pp. 3-23.