UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ARTES, CIÊNCIAS E HUMANIDADES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MODELAGEM DE SISTEMAS
COMPLEXOS

MIKAEL PERIC DE FREITAS

**Origem e evolução da desigualdade material hereditária: uma abordagem
dos Sistemas Adaptativos Complexos**

São Paulo
2016

MIKAEL PERIC DE FREITAS

**Origem e evolução da desigualdade material hereditária: uma abordagem
dos Sistemas Adaptativos Complexos**

Versão original

Dissertação apresentada à Escola de
Artes, Ciências e Humanidades da
Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Mestre em Ciências
pelo Programa de Pós-graduação em
Modelagem de Sistemas Complexos

Área de Concentração:

Sistemas Complexos

Orientador:

Profa. Dra. Cristina Adams

Co-orientador:

Prof. Dr. Fernando Fagundes Ferreira

São Paulo

2016

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Universidade de São Paulo. Escola de Artes, Ciências e Humanidades. Biblioteca)

Freitas, Mikael Peric de

Origem e evolução da desigualdade material hereditária : uma abordagem dos sistemas adaptativos complexos / Mikael Peric de Freitas ; orientadora, Cristina Adams ; co-orientador Fernando Fagundes Ferreira. – São Paulo, 2016.

207 f.

Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Modelagem de Sistemas Complexos, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo. Versão original.

1. Evolução humana - Simulação computacional. 2. Hereditariedade - Simulação computacional. 3. Desigualdades sociais. 4. Sistemas dinâmicos. 5. Complexidade. I. Adams, Cristina, orient. II. Ferreira, Fernando Fagundes, orient. II. Título

CDD 22.ed.— 576.8015118

Nome: PERIC, M.F.

Título: Origem e evolução da desigualdade material hereditária: uma abordagem dos Sistemas Adaptativos Complexos

Dissertação apresentada à Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências pelo Programa de Pós-graduação em Modelagem de Sistemas Complexos

Área de Concentração:
Sistemas Complexos

Aprovado em: ____ / ____ / ____

Banca Examinadora

Prof. Dr.	_____	Instituição:	_____
Julgamento:	_____	Assinatura:	_____

Prof. Dr.	_____	Instituição:	_____
Julgamento:	_____	Assinatura:	_____

Prof. Dr.	_____	Instituição:	_____
Julgamento:	_____	Assinatura:	_____

Dedico este trabalho à sociedade e a cada uma das pessoas que a compõe, para que nunca se silencie a inquietação das perguntas que nos levam a compreender a realidade que nos cerca.

Agradecimentos

Agradeço a minha orientadora Cristina Adams que aceitou o desafio de buscar comigo a resposta das minhas próprias perguntas, com todo seu apoio, dedicação e carinho.

Agradeço a meu co-orientador, Fernando Fagundes Ferreira, por entrar conosco nesta busca integrando diferentes áreas do saber pela busca do conhecimento científico e da expansão do conhecimento.

Agradeço, em especial, ao colega e amigo, Rolf Simões, que esteve sempre disponível, presente, interessado e solícito, colaborando de forma direta e estrutural nos questionamentos e na construção teórica e prática do modelo computacional aqui realizado. Quaisquer agradecimentos aqui, em palavras, serão poucos frente ao tamanho da sua contribuição para com este trabalho.

Agradeço a todos os amigos e familiares que direta ou indiretamente passaram comigo por esta jornada, compreendendo e apoiando minha ausência em dedicação ao estudo e trabalho aqui realizados.

Agradeço a minha mãe, Maria Thereza Peric, e ao meu pai, Marcos Tadeu Borges de Freitas, pela inspiração e apoio, incondicionais, ao longo dos últimos dois anos, oferecendo a amizade e o suporte emocional, afetivo e material para que fosse possível minha dedicação à Pesquisa e à Ciência.

Agradeço aos meus irmãos, Natália, Nicolau, Clarissa e Camilo, pela companhia, pelas discussões e conversas, sempre criativos e entusiasmados.

Agradeço, em tom especial e amoroso, à mulher que me faz perseguir o desenvolvimento e evolução pessoais, todos os dias, com perseverança e clareza. A mulher que junto comigo se sacrificou nestes dois anos de diferentes formas para que fosse possível a minha dedicação a este trabalho. A mulher que me inspira e me alimenta todos os dias, me dando luz, me dando amor, me dando estrutura e paz, para toda a vida. Obrigado Ariane, meu amor, minha mulher, minha melhor amiga.

RESUMO

PERIC, M.F. **Origem e evolução da desigualdade material hereditária**: uma abordagem dos Sistemas Adaptativos Complexos. 2016. 207p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Versão original.

A desigualdade material hereditária teria surgido no registro arqueológico pela primeira vez por volta de 6.500 A.C. na região da Mesopotâmia, tendo posteriormente emergido de maneira independente em diferentes localidades e contextos, dentro de um intervalo de tempo relativamente curto. Muitas teorias foram propostas para explicar os fenômenos, porém sua compreensão permanece em aberto. Buscou-se, aqui, abordar a questão sob a perspectiva dos Sistemas Adaptativos Complexos, construindo um Modelo Baseado em Agentes que teve como base teórica a literatura que trata da questão, focada nos últimos vinte anos do debate, aprofundada em dois estudos de caso: a Mesopotâmia e a Costa Noroeste da América do Norte. Dos nove parâmetros testados oito apresentaram relação direta com a assimetria material dos indivíduos podendo colaborar com a emergência da desigualdade material hereditária, de forma que fomos levados a considerar a igualdade material e a cooperação presente entre os caçadores e coletores como propriedades decorrentes de uma estrutura social de criticalidade auto-organizada.

Palavras-chave: Complexidade. Desigualdade. Emergência. Auto-organização. Evolução humana.

ABSTRACT

PERIC, M.F. **Origins and evolution of hereditary material inequality: a Complex Adaptive Systems approach.** 2016. 207p. Dissertation (Master of Science) – School of Arts, Sciences and Humanities, University of São Paulo, São Paulo, 2016. Original version.

The hereditary material inequality would have emerged for the first time in the archaeological record around 6.500 BC in Mesopotamia, emerging after it repeatedly and independently in different localities and contexts, in a small time period. Many theories have been proposed but the complete understanding of the issue remains open to debate. Thus, we have proposed here an approach of the phenomenon under the Complex Adaptive Systems perspective, through which an agent-based model have been built. Constitutes the background of the model the working papers and text books written in the last two decades, which were later checked against two case studies: Mesopotamia and Northwest Coast, in North America. Among the nine parameters tested in the model eight presented direct relation to the material asymmetry of individuals, potentially participating of the processes involved in the emergence of material inequality. This results leads us to consider the possibility of the egalitarian and cooperative social structures of hunter-gatherers to be one of self-organized criticality.

Keywords: Complexity. Inequality. Emergence. Self-organization. Human evolution.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 PANORAMA GERAL	10
1.2 ORIGEM E EVOLUÇÃO DA ESPÉCIE	13
1.3 ORIGEM DA DESIGUALDADE	16
1.4 BASES E PREMISSAS DO TRABALHO	18
1.5 OBJETIVOS E O QUE FOI FEITO	20
1.6 O QUE NÃO FOI ABORDADO E PORQUE	22
2 EVOLUÇÃO DA ORGANIZAÇÃO SOCIAL HUMANA	24
2.1 ORGANIZAÇÃO SOCIAL: UMA DEFINIÇÃO	24
2.1.1 Desigualdade	26
2.1.2 Hierarquização	29
2.1.3 Estratificação	31
2.2 OS TIPOS DE ORGANIZAÇÃO SOCIAL	33
2.2.1 Bandos, Tribos, Chefias e Estado	33
2.2.1 Sociedades Transiguitárias	38
2.2 SISTEMAS ECONÔMICOS (OU SISTEMAS DE PRODUÇÃO)	39
2.3 TEORIAS SOBRE A TRANSIÇÃO: EMERGÊNCIA DA DMH	42
2.3.1 Teorias Deterministas Ambientais	43
2.3.2 Teorias Deterministas Sociais	48
2.4 O PROBLEMA AINDA EM ABERTO	52
3. ESTUDOS DE CASO	55
3.1 DO GERAL AO ESPECÍFICO	55
3.2 O PROCESSO DE EVOLUÇÃO SOCIAL NA MESOPOTÂMIA	60
3.2.1 As Culturas Samarra e Halaf	60
3.2.2 A Cultura Ubaid	64
3.2.3 A Cultura Uruk	69
3.3 O CONTEXTO ECOLÓGICO DA MESOPOTÂMIA	70
3.4 O CONTEXTO SOCIAL NA MESOPOTÂMIA	73
3.5 A IMPORTÂNCIA DA REGIÃO MESOPOTÂMICA	76
3.6 O PROCESSO DA COSTA NOROESTE	78
3.6.1 As Primeiras Migrações (11.000 A.C.)	80
3.6.2 O Período de Transição (3000 A.C. – 1720 D.C.)	83
3.7 O CONTEXTO ECOLÓGICO DA COSTA NOROESTE	89
3.8 O CONTEXTO SOCIAL DA COSTA NOROESTE	91

3.9	A IMPORTÂNCIA DA COSTA NOROESTE	93
3.10	A POSSIBILIDADE DE UM MODELO EXPLICATIVO	94
3.10.1	Paralelos entre a Mesopotâmia e a Costa Noroeste	94
3.10.2	Diferenças entre a Mesopotâmia e a Costa Noroeste	98
4.	METODOLOGIA	100
4.1	A ABORDAGEM INTEGRADA	100
4.2	OS SISTEMAS ADAPTATIVOS COMPLEXOS	102
4.3	DINÂMICAS SOCIOAMBIENTAIS E OS SAC	107
4.4	A MODELAGEM BASEADA EM AGENTES	112
4.5	O PROTOCOLO ODD	116
4.5.1	Overview	117
4.5.2	Design Concepts	118
4.5.3	Details	119
5.	MODELO	121
5.1	INTRODUÇÃO AO MODELO	121
5.2	DA LITERATURA PARA O MODELO	122
5.3	O MODELO DA DMH SEGUNDO O PROTOCOLO ODD	127
5.3.1	Visão Geral (Overview)	127
5.3.2	Conceitos (Design concepts)	134
5.3.3	Detalhes (Details)	142
6	ANÁLISE DOS DADOS	149
6.1	RESULTADOS	149
6.1.1	Parâmetros ambientais	149
6.1.2	Parâmetros sociais	165
6.2	TEORIAS EXPLICATIVAS	177
6.2.1	Teorias Deterministas Ambientais	178
6.2.2	Teorias Deterministas Sociais	180
6.3	PARALELOS COM OS ESTUDOS DE CASO	183
6.4	ESTRATÉGIAS EGOÍSTAS E ALTRUISTAS	186
6.5	CONCLUSÃO	189
	REFERÊNCIAS	193

1 INTRODUÇÃO

1.1 PANORAMA GERAL

Há aproximadamente duzentos mil anos, de acordo com o registro arqueológico, surgiu a espécie humana (*Homo sapiens* moderno) (SMITH et al., 2010). Da sua origem até o tempo presente, o comportamento humano se complexificou de forma que uma possível capacidade de evolução do comportamento, da cultura e das relações ecológicas do *Homo sapiens* vem sendo considerada (BAILEY; MILNER, 2002; FLANNERY, 1972; KAPLAN et al., 2009; MARCUS, 2008; NAROLL, 1956; SPENCER, 1993). A escala dessas mudanças, para um espaço de tempo evolutivamente curto, sem nenhuma correlação direta com quaisquer mudanças genóticas que pudessem explicar essas transformações (RICHERSON; BOYD, 2005), representa um fenômeno raro para as ciências biológicas.

Entre os principais marcos dessa transformação estão a Revolução do Paleolítico (ca. 50 mil A.C.), representada pelo aparecimento de registros materiais associados à complexidade simbólica humana (MITHEN, 1996; LEWIS-WILLIAMS, 2002), a Revolução do Neolítico (ca. 9 mil A.C.), que marcou o surgimento da domesticação vegetal e o começo da agricultura (BELLWOOD, 2005) e a origem do Estado (ca. 4 mil A.C.), processo que acabou por fundar as bases da sociedade contemporânea (CARNEIRO, 1970; CHILDE, 1950). Este último teve início entre alguns grupos humanos – isolados entre si – que enfrentaram um processo de reorganização social, abandonando as formas de organização social características das populações humanas que os antecederam (WIESSNER, 2002). Esta reorganização deu lugar a uma emergente estratificação, formando sociedades desiguais, mais dinâmicas e capazes de responder rapidamente às mudanças que caracterizam o mundo contemporâneo (FRANGIPANE, 2007).

O processo de transição entre os grupos igualitários e as sociedades estratificadas foi escolhido como objeto de estudo do presente trabalho por representar um marco

da transformação comportamental de nossa espécie cuja riqueza arqueológica permite uma discussão aprofundada e, também, a construção de um modelo computacional baseado em dados secundários. A origem da estratificação social, definida aqui como a origem da desigualdade material hereditária (DMH), parece estar relacionada com o surgimento de novos conhecimentos, normas sociais, formas de organização, tecnologias e dinâmicas ecológicas (BLAKE; CLARK, 1999; BOIX, 2010; BOWLES, 2009; HENRICH; BOYD, 2008). Os processos por trás da emergência da DMH teriam deixado registros arqueológicos em diversos locais como na Mesopotâmia, na América Central e do Norte e, também, na Ásia (CHILDE, 1950; KAPLAN et al., 2009; QIAO, 2007).

A emergência da DMH, direta ou indiretamente, parece ter permitido a diversificação das formas de organização humana. Os grupos sociais que até então encontravam-se organizados majoritariamente sob o formato dos bandos de caçadores e coletores – grupos nômades, ligados por laços familiares e com pouca riqueza material – abriram espaço para formas de organização transicionais. Estas formas, também conhecidas como sociedades transigualitárias, tais quais as sociedades dos *Great Men*, *Head Men* e *Big Men*, posteriormente deram origem às tribos, chefias e aos Estados (KAPLAN et al., 2006; HAYDEN, 1995). Os processos por trás destas mudanças ainda são objeto de discussão, em um debate que permanece em aberto (KENNETT et al., 2008; WIESSNER, 2002).

Ao longo das últimas décadas a busca pela explicação desses fenômenos levou à proposição de diferentes teorias. Algumas delas buscaram as causas dessa transição nas características individuais do *H. sapiens* (CLARK; BLAKE, 1994; WEBSTER, 1990), enquanto outras se voltaram para as possíveis causas dessa transição no ambiente, na ecologia e no clima (CARNEIRO, 1970; SHENNAN, 2011; SMITH et al., 2010). Entre elas, podem ser citadas as teorias da pressão populacional (KENNETT et al., 2008; NAROLL, 1956), da busca por prestígio (HAYDEN, 1995) e do uso de tecnologias de estocagem (ALLEN, 1997; BOIX, 2010). Enquanto novas informações seguem sendo levantadas ano a ano, as causas que poderiam explicar a emergência da estratificação em diferentes grupos e localidades geográficas, em um mesmo período histórico-evolutivo, ainda

permanecem incógnitas. Ademais, a proposta de um modelo universal se mostra controversa.

Entre os pesquisadores que se debruçaram e continuam se debruçando sobre os fatores causais da estratificação social estão, na maior parte dos casos, antropólogos e arqueólogos, conforme a literatura utilizada neste trabalho (AMES, 1994; ARNOLD, 1992; FRANGIPANE, 2007; WRIGHT, 2014), fazendo desse um campo pouco representado pelos cientistas biológicos. Por esta razão, espera-se com o presente trabalho agregar ao debate novos *insights* advindos da abordagem darwinista, que utiliza o paradigma da evolução segundo a Seleção Natural como base de pesquisa, sendo nesse caso auxiliada pelas ferramentas e mecanismos estudados entre os fenômenos conhecidos como Sistemas Adaptativos Complexos (HOLLAND, 2006; LANSING, 2003).

Mais especificamente, pretendemos responder às seguintes perguntas de pesquisa: Existem fatores causais comuns aos diferentes processos de emergência da estratificação social os quais, juntos, seriam capazes de explicar estes fenômenos? E, se existem, quais seriam eles? Ou, se não existem, a emergência da estratificação social se daria em condições e contextos locais específicos, de maneira que realidades distintas poderiam levar a um mesmo fim? Assume-se, aqui, o sistema social humano como um Sistema Adaptativo Complexo (GELL-MANN, 1994; HOLLAND, 1993; HOLLAND & MILLER, 1991; LANSING & KREMER, 1993; PALMER, 1993). Ou seja, um sistema composto por um grande número de agentes que interagem entre si e com o seu meio e que se adaptam ou aprendem com essas interações (HOLLAND, 2006). A partir desta visão deriva a hipótese central de nossa pesquisa que entende a desigualdade material hereditária como uma propriedade emergente desse sistema, bem como um possível estado de organização do mesmo, que seria alcançado dado um determinado conjunto de regras individuais e de parâmetros sociais e ambientais. A DMH seria, por tanto, uma nova estrutura na história evolutiva do *Homo sapiens* que teria emergido através de um processo de auto-organização decorrente das sucessivas interações entre os seres humanos em contextos específicos.

A hipótese aqui apresentada decorre do fato de que a desigualdade material hereditária surgiu entre populações humanas distintas, em um curto espaço de tempo, em regiões geograficamente isoladas, sem nenhum tipo de contato aparente entre elas (DRENNAN; PETERSON, 2006). Isso é, a desigualdade material hereditária surgiu em condições ecológicas distintas (PRICE; FEINMAN, 1995) e, até mesmo, em sistemas econômicos diversos (JOHNSON; EARLE, 2000), porém em um recorte temporal curto, sem que nenhum dos lugares onde ela emergiu tivesse qualquer tipo de contato com outras sociedades desiguais. Tais fatores poderiam indicar uma possível potencialidade intrínseca à espécie humana, que teria se manifestado em um determinado contexto específico ou, alternativamente, seriam convergências derivadas de conjunturas distintas.

No entanto, acredita-se, aqui, que existam parâmetros e variáveis comuns a esses processos, que se identificados e analisados, podem ajudar a explicar como um sistema social humano foi capaz de se reorganizar de maneira semelhante em diferentes localidades que não estavam interconectadas. A hipótese aqui apresentada foi testada a partir da construção de um modelo baseado em agentes (MBA), utilizando parâmetros e variáveis retirados da literatura, e posteriormente aprofundados em dois estudos de caso (Mesopotâmia e Costa Noroeste dos EUA). No restante desse capítulo apresentaremos o panorama geral que embasa esta proposta de trabalho, nossas premissas e objetivo. No segundo capítulo fazemos uma revisão da literatura sobre a evolução cultural humana, que embasou o modelo desenvolvido no presente trabalho. No capítulo terceiro apresentamos os dois estudos de caso escolhidos para aprofundar esse panorama teórico. No capítulo quarto traçamos uma aproximação da teoria previamente discutida com os Sistemas Adaptativos Complexos e a Modelagem Baseada em Agentes. No capítulo quinto apresentamos o modelo computacional construído e em implementado em Python. E, por fim, no capítulo sexto, traremos à luz os resultados obtidos pelo modelo e, também, a conclusão do trabalho.

1.2 ORIGEM E EVOLUÇÃO DA ESPÉCIE

A espécie humana faz parte do gênero *Homo*, um sub-conjunto dos grandes primatas (NORDHAUSEN; FILHO, 2015). Dentre as espécies que habitam o globo terrestre atualmente, a que – em termos evolutivos – está mais próxima ao *H. sapiens* é o *Pan troglodytes*, o chimpanzé (BEGUN, 2010). Esta linhagem compartilha um ancestral comum com a espécie humana que – reconhecendo mudanças recentes e novas informações acrescentadas ao debate – teria vivido há aproximadamente 9 milhões de anos (BEGUN, 2010). A partir dessa especiação teriam surgido os primeiros homínídeos, como o *Australopithecus anamensis* (4,2-3,8 mi), seguido pela emergência do gênero *Homo*, com o aparecimento do *Homo habilis* (2,4 mi), seguido do *H. erectus* (1,8 mi), do *H. heidelbergensis* (500 mil), do *H. neanderthalensis* (170 mil) e do *H. sapiens* (200 mil) (NEVES et al., 2015).

Dentre todas as linhagens *Homo*, a nossa espécie foi aquela que apresentou maior sucesso evolutivo, tanto pelo crescimento populacional como pela ampla variedade de ambientes que conquistou (ERLANDSON, 2001). Originada na África, realizou grandes migrações há 50 mil anos (ALLAN; ANDRADE; RANGEL, 2015) chegando a ocupar todos os seis continentes há ca. de 10-13 mil anos (ALLAN; ANDRADE; RANGEL, 2015; CARLSON, 2010; FLANNERY, 1973; MOSS; ERLANDSON, 1995; SCHURR, 2004). Tal capacidade de adaptação parece estar ligada à sua flexibilidade comportamental e ao desenvolvimento de estratégias adaptativas (BOYD; RICHERSON, 1996). Para Tomasello et al. (2005, p. 689): “*Human cognition sticks out like an elephant’s trunk, a giraffe’s neck, a peacock’s tail*”. Essa capacidade seria devida a um mesmo cérebro que permite à nossa espécie adaptar-se ao Kalahari e, também, ao Círculo Polar Ártico (BOYD; RICHERSON, 1996).

O fóssil mais antigo conhecido do *Homo sapiens* foi encontrado na Etiópia, no sítio Omo (ALLAN; ANDRADE; RANGEL, 2015), cerca de 198 mil anos A.C. (POWELL et al., 2009). O principal dado que sustenta esta interpretação está na anatomia dos indivíduos encontrados no registro arqueológico, equivalente à dos indivíduos contemporâneos de nossa espécie. Por esta razão chama-se o *H. sapiens*, em sua origem, de anatomicamente moderno (ERLANDSON, 2001). O que se sabe

assume sobre esse período inicial, em termos comportamentais, é que os seres humanos viviam em pequenos grupos familiares, nômades ou seminômades (KAPLAN; HOOPER; GURVEN, 2009) e ocupavam ambientes de savana, sobrevivendo exclusivamente da caça e da coleta (SMITH et al., 2010).

Conforme avança-se no registro arqueológico cresce o número de indícios relativos ao *H. sapiens* moderno que reforçam a teoria de que, durante grande parte do histórico evolutivo da espécie, a organização social preponderante entre os grupos humanos foi semelhante àquela dos bandos nômades de caçadores e coletores modernos (BOWLES; SMITH; MULDER, 2010). O estilo de vida humano, nesse período, envolveu habitações não permanentes, pouco acúmulo material, tecnologias simples, pequenos grupos, alta mobilidade e uma menor variedade de recursos explorados, de forma que ambientes marginais não devem ter sido ocupados (HAYDEN, 1981).

Em síntese, os primeiros noventa por cento da história evolutiva da espécie humana, portanto, podem ser entendidos como um período no qual o *H. sapiens* esteve organizado em pequenos bandos nômades (SMITH et al., 2010). Admite-se, contudo, a existência de certa complexidade cultural, como o uso de ferramentas e a expressão simbólica e ritual, porém no contexto de uma estrutura social razoavelmente simples, marcada pela dependência dos recursos disponíveis no ambiente ocupado (HAYDEN, 1990; SMITH et al., 2010).

Tratavam-se, portanto, de grupos forrageadores, semelhantes aos caçadores e coletores conhecidos pelo registro etnográfico. Há cerca de 11 mil anos, no entanto, essa realidade mudou (GURVEN et al., 2010). Com o desenvolvimento da domesticação vegetal, o aparecimento da agricultura e da criação animal, novas dinâmicas de produção parecem ter alterado o cenário em que posteriormente surgiram novos sistemas econômicos (KAPLAN et al., 2006). A fim de seguirmos com a simplificação necessária ao trabalho voltado para a modelagem computacional aqui realizada, seguiremos a proposta dos quatro sistemas econômicos abordados por Mulder et al. (2009) correspondentes aos sistemas de subsistência de Kaplan et al. (2009) – caça e coleta, horticultura, pastoralismo e

agricultura. Contudo, reconhecemos a existência de um gradiente de formas de manejo dos recursos naturais que compõem um conjunto de variações dentro das categorias de caça e coleta, horticultura, pastoralismo e agricultura.

1.3 ORIGEM DA DESIGUALDADE

O tema central do presente trabalho direciona-se à compreensão da origem do que convencionamos chamar aqui de desigualdade material hereditária (DMH). Conforme Kaplan et al. (2009) existem ao menos três tipos de desigualdade em populações humanas, sendo elas: aquela que diz respeito às capacidades físicas dos indivíduos (*embodied*), a que trata das diferentes relações estabelecidas por um indivíduo dentro do grupo (*relational*) e a desigualdade relativa aos recursos materiais que podem ser tanto artefatos, tecnologias e recursos estocados (*material*). Para esta análise focamos na Desigualdade Material, a desigualdade dos artefatos, tecnologias e recursos, dado que esta emerge concomitantemente ao processo de estratificação social, enquanto as outras parecem estar presentes na nossa espécie durante todo histórico evolutivo.

No entanto, como a desigualdade material na definição de Kaplan et al. (2009) pode fazer referência à cultura material acumulada durante o tempo de uma geração, e o foco deste estudo é entender sua transmissão através das gerações, acrescentou-se o termo 'hereditário' ao conceito. Desta forma, nossa análise contempla não somente a origem, como também a manutenção da desigualdade referente aos recursos materiais dentro do processo de institucionalização. Conforme Bowles et al. (2010): "*The key to understanding both the Holocene transition and the inequality continuum among contemporary small-scale societies, we propose, is the degree to which wealth is transmitted across generations*" (p. 7). Apesar da ausência de estudos arqueológicos aprofundados que nos permitam ter um certo grau de certeza sobre a estrutura social presente entre os *H. sapiens* desde a sua origem, há um consenso de que os primeiros grupos deveriam ter sido caçadores-coletores, organização reconhecida por seu caráter igualitário

(SASSAMAN, 2004). Ou seja, sob esta premissa, nossa espécie teria sido selecionada em pequenos grupos não estratificados e não hierarquizados (HAYDEN, 1990; FINLAYSON, 2009). De forma que nos últimos milhares de anos, no entanto, alguns grupos passaram a se organizar em grandes grupamentos populacionais (KAPLAN et al., 2009) e, em um curto espaço de tempo, surgiram as primeiras sociedades estratificadas, com diferenciação em termos de importância social (lideranças) e acumulação material (elites). Com isso, institucionalizaram-se condições de subordinação, privilégios e, em muitos casos, escravidão (AMES, 1994; KAPLAN et al., 2009; MULDER et al., 2010).

Entre os principais fatores que teriam permitido essas mudanças estaria o surgimento do superávit na produção de alimentos (ALLEN, 1997). Com os excedentes, novos papéis teriam composto diferentes formas de organização social, especializando a mão-de-obra, invertendo o fluxo dos recursos entre os indivíduos (GRIER, 2000). Enquanto entre grupos com pouca desigualdade os recursos tendem a fluir de quem tem mais para quem tem menos, nos grupos de maior desigualdade este fluxo parece se dar de maneira inversa (GRIER, 2000). Complementarmente, as atividades produtivas seriam obrigação de apenas parte da população, enquanto a outra parte estaria dedicada a novas funções sociais (CARNEIRO, 1970; HAVILAND et al. 2011).

Ao que parece, tais mudanças teriam ocorrido pela primeira vez por volta de 6.500 A.C. (BOIX, 2010) e 5.000 A.C. (DRENNAN; PETERSON, 2006), envolvendo importantes inovações na forma de se relacionar dos indivíduos (JOHNSON; EARLE, 2000; PRICE; FEINMAN, 1995). Tais processos de transição social e acumulação material teriam sido documentados em diferentes estudos arqueológicos (FLANNERY; MARCUS, 2012; MARCUS, 2008; SPENCER, 1990; WRIGHT, 2014). Entre os indicadores de desigualdade material hereditária, definida pela diferença no controle e no acúmulo de excedentes ao longo das gerações (ARNOLD, 1992; FRANGIPANE, 2007), estão, por exemplo, a diversidade do tamanho das habitações em um mesmo vilarejo, o formato distinto de algumas casas e os sepultamentos acompanhados de ornamentações e outros

tipos de cultura material que indicam status ou elitização, como colares, pulseiras e brincos (MARCUS, 2008).

As causas do surgimento e posterior difusão dessas transformações são, ainda hoje, questão de debate, não havendo um consenso sobre o tema (KENNETT et al., 2008, WIESSNER, 2002). Para Price e Feinman (2010), “[t]he origin of inequality remains essential because there is no scholarly consensus” (p. 2). Contemporaneamente, a desigualdade material hereditária é uma realidade comum a todos os Estados, definindo direitos e regras de herança, propriedade e acesso, e com implicações sociais e políticas que não cabem ser aqui discutidas. Sendo assim, neste trabalho fizemos um recorte na história evolutiva cultural e comportamental humana, para centrarmos nossos esforços no surgimento da desigualdade material hereditária, sendo o processo de transição o fenômeno de interesse específico do presente estudo (entre 6.500 - 1000 anos A.C.). De maneira que o foco deste debate seguirá sendo a origem da desigualdade, o processo inédito que teria emergido sem qualquer tipo de referência ou conhecimento prévio das relações estratificadas com graus hierárquicos cada vez mais elevados.

1.4 BASES E PREMISSAS DO TRABALHO

A escolha da emergência da desigualdade material hereditária (DMH) como tema deste trabalho parte do interesse pelo comportamento e a evolução humana nas ciências biológicas. De maneira que o nosso paradigma é o Darwinista. Este paradigma nos servirá como base quando tratarmos das origens da espécie e do seu comportamento. Não adentraremos o extenso debate acerca da utilização de tal paradigma nos estudos da evolução social, mais precisamente desde o polêmico Darwinismo Social (DENNIS, 1995; HUDSON, 2000; LEONARD, 2005) até a Sociobiologia de Wilson (1975) e, posteriormente, Dawkins (1976) assim como Dennett (1996) e, também, Richerson e Boyd (2005). A evolução social aqui definida se propõe evolucionista no sentido de que reconhece a mudança do comportamento humano ao longo do tempo, entretanto seus processos e

mecanismos serão explorados como aqueles de um Sistema Adaptativo Complexo (HOLLAND, 1993, 1995; KAUFFMAN, 1993 LANSING, 2003).

O Darwinismo será, portanto, a lente que permitirá abstrair parâmetros e variáveis envolvidas no problema de pesquisa aqui selecionado, utilizados para modelar o surgimento da DMH. A pesquisa terá como base a ecologia, como se observa nos trabalhos da Ecologia Humana (CRONK, 1991, 1995; HAWKES et al., 1997; SMITH; WINTERHALDER, 2006). Nossa unidade de análise será a espécie humana (*Homo sapiens* anatomicamente moderno), composta de suas adaptações, demandas e dinâmicas ecológicas, como a busca por recursos, a reprodução biológica e a dependência social. Complementarmente, serão usados como unidades de análise o indivíduo e a sociedade/população, esta última entendida como um grupo de indivíduos organizados a partir de regras e normas (organização social).

Como hipótese deste trabalho, entende-se que o sistema social humano teria sido selecionado como se constituindo em um Sistema Adaptativo Complexo (SAC), ou seja, um sistema formado por um grande número de indivíduos e conjuntos de regras que serviriam como guias de comportamento, com capacidade não só se adaptar como, inclusive, de evoluir (HOLLAND, 2006). Desta maneira, entendemos que a transição entre as formas de organização igualitárias e aquelas desiguais se daria como uma transição de fase (HENKEL, 2015; LEE; YANG, 1952; SEOANE; SOLÉ, 2015). A igualdade e a desigualdade material, neste sentido, equivaleriam a estados possíveis de organização do sistema social humano, e a sua transição se daria através de um processo de auto-organização (HELBING, 2010), que passaria de uma fase a outra dadas certas condições externas e processos internos ao sistema, sem que fosse necessária uma coordenação central.

As perguntas motrizes deste projeto são, portanto, perguntas essencialmente evolucionistas, que procuram contribuir para a compreensão do processo de evolução do comportamento cultural humano, envolvendo não só mudanças no conhecimento da população acerca do seu ambiente – suas ideias, crenças e conceitos – mas, também, nas práticas humanas que teriam levado à emergência

de novas estruturas sociais. Qual a natureza desse processo? Quais as características individuais e coletivas envolvidas? Quais fatores ambientais teriam sido definitivos nessa transformação? Como uma mesma espécie seria capaz de apresentar um processo evolutivo tão complexo? Como teria surgido a desigualdade material hereditária?

A fim de sustentar a proposta aqui apresentada, outras disciplinas foram exploradas, dando base suplementar ao objeto de estudo aqui definido. São elas, a Antropologia, a Arqueologia e a Ecologia. Posteriormente, a DMH foi visitada sob a ótica e o ferramental da complexidade, de maneira a visualizar como dinâmicas sociais e ecológicas poderiam interagir em diferentes condições de maneira que uma determinada novidade estrutural pudesse emergir como uma propriedade inerente do sistema social humano.

Conforme discutido acima, a desigualdade material hereditária surgiu em condições ecológicas distintas (PRICE; FEINMAN, 1995) e, até mesmo, em sistemas econômicos distintos (JOHNSON; EARLE, 2000), porém em um mesmo recorte temporal, sem que nenhum dos lugares em que ela emergiu tivessem qualquer tipo de contato (DRENNAN; PETERSON, 2006). Segundo a nossa hipótese, deveria existir aqui uma condição geral comum a essas populações que pudesse ter pressionado as mesmas a se reorganizarem. Acreditamos que existam parâmetros e variáveis comuns a estes processos, que se possíveis de serem identificadas e analisadas, podem ajudar a explicar como um sistema social humano é capaz de se reorganizar de maneira semelhante em diferentes localidades sem que haja conexão ou contato entre elas.

1.5 OBJETIVOS E O QUE FOI FEITO

Para a condução desta pesquisa foram definidos quatro objetivos, sendo eles: i) identificar na literatura possíveis parâmetros e variáveis comuns aos diferentes processos de origem da desigualdade material hereditária; ii) elencar, nos estudos

de caso, os parâmetros e variáveis que poderiam compor um modelo que pudesse ser construído e testado computacionalmente através da Modelagem Baseada em Agentes; iii) construir e testar este modelo computacional; e iv) discutir a aplicação de modelos de Sistemas Adaptativos Complexos nos estudos da evolução cultural e comportamental humana.

Para que os objetivos fossem alcançados, o presente trabalho foi dividido em três partes. A primeira parte envolveu a revisão da literatura, centrada nas últimas duas décadas (1995-2015), relacionadas à hierarquia e estratificação social em populações humanas. Procurou-se por trabalhos que discutissem as formas de organização e estruturação social humanas, seu histórico, assim como as teorias explicativas e hipóteses associadas à dinâmicas e transformações evolutivas. A partir destas referências foram construídos um panorama e um diagnóstico simplificado das formas de organização social da espécie.

A segunda etapa de pesquisa consistiu no aprofundamento dos dados levantados durante a primeira revisão da literatura. Para isso foram escolhidos dois estudos de caso em que a estratificação social emergiu no mesmo horizonte temporal, identificando-se a ocorrência dos parâmetros previamente identificados; isto é, avaliando-se os pormenores desses processos em contextos nos quais não tenha havido contato prévio dos grupos estudados com qualquer outra sociedade estratificada. Foram avaliados dois sistemas espacialmente isolados, sendo um deles baseado na domesticação vegetal e o outro na caça e na coleta, de maneira a diagnosticar o que existia de comum nestas sociedades, que a princípio nos parecem expressivamente diversas.

Da análise dos estudos de caso derivou a terceira e última etapa desta pesquisa: a construção de um modelo teórico a partir dos dados e da teoria levantada, transposto para um modelo computacional. Este foi usado, então, para gerar simulações e testar a hipótese da existência de um modelo universal que fosse capaz de explicar a origem da desigualdade material hereditária em populações humanas. A partir dos resultados, avaliou-se também o uso de ferramentas derivadas do estudo de SAC para o estudo da evolução cultural e comportamental

humana. Ao final, discutiu-se o modelo construído, a base de dados utilizada e os resultados obtidos *vis a vis* a literatura que trata da emergência da estratificação social.

1.6 O QUE NÃO FOI ABORDADO E PORQUE

Para a realização deste projeto, foram feitos recortes teóricos e metodológicos que direcionaram não só as etapas de revisão e análise, como a concepção e construção do modelo proposto e testado. Embora este trabalho derive da simplificação das formas de organização social humanas e seus sistemas econômicos, discorrendo sobre duas formas de organização e estruturação social – os igualitários e os desiguais – o foco não esteve nestas diferentes fases, mas na sua *transição*. Foi o processo de transformação que nos interessou, de maneira que a análise realizada esteve direcionada a compreender o fenômeno da emergência e da reorganização social, e não a igualdade ou a desigualdade *per se*.

Assim sendo, não foram abordados estudos etnográficos. Quaisquer casos contemporâneos ou mesmo históricos escaparam ao interesse do estudo, por entendermos que as sociedades humanas estão em constante mudança e comparar uma realidade pré-histórica com outra contemporânea pouco contribuiria com os objetivos aqui colocados. Portanto, não foram abordados casos de outros períodos históricos e, também, não foram traçadas correlações ou paralelos com as sociedades modernas. O modelo proposto se ateve unicamente às informações abstraídas dos estudos de caso, ou com base na literatura previamente levantada e discutida acerca da origem da DMH.

Não foram abordados, também, casos que discutissem as consequências da desigualdade material. Isto porque o foco de estudo foi o *processo de transição* e não o desenvolvimento posterior da inovação, embora este faça parte da revisão da literatura e da discussão apresentadas. Ou seja, as formas de organização que

se seguem à emergência da DMH, assim como os mecanismos utilizados para a manutenção da estratificação como, por exemplo, o uso da força (CARNEIRO, 1970), não fizeram parte do modelo proposto. O papel das instituições militares, por serem decorrências da mudança e não fatores causais – conforme verificado na literatura geral – não foram discutidos a fundo.

Também não foram abordados os casos de controle do imaginário, seja ritual ou religioso (ARNOLD, 1995; FLANNERY, 1972). A presença deste mecanismo é difícil de captar no registro arqueológico e, embora seja claro que o universo ritual faça parte das populações discutidas, seu papel na transição não foi avaliado. Todos os parâmetros e variáveis do modelo foram derivados de informações materiais, arqueológicas, de maneira que não foram abordadas variáveis psicológicas ou comportamentais como as intenções dos indivíduos, assim como as formas de manipulação dos mesmos. As poucas características psicológicas dos indivíduos utilizadas no modelo foram derivadas de trabalhos na área de comportamento, mais especificamente sobre o altruísmo e o egoísmo (AXELROD, 2006; RIDLEY, 1998; TOMASELLO, 2009; WILSON, 2012), e buscamos usar apenas as referências mais reconhecidas.

Por fim, não fizeram parte deste trabalho as premissas da teoria econômica clássica de maximização de ganhos, minimização de perdas e da racionalidade, como se vê na chamada Teoria do Forrageio Ótimo (WINTERHALDER; SMITH, 2000). Isso é, os agentes do modelo não foram motivados a definir suas ações com base em um possível desejo de ganho máximo. Tampouco foi considerada a premissa da evolução Darwinista de que o mais apto dos indivíduos seria o que deixa mais descendentes férteis, aumentando seu *fitness* (CRONK, 1995). Ou seja, não medimos o *fitness* dos indivíduos pela sua prole, dado que o nosso interesse não se voltou para a evolução genética da espécie.

2 EVOLUÇÃO DA ORGANIZAÇÃO SOCIAL HUMANA

2.1 ORGANIZAÇÃO SOCIAL: UMA DEFINIÇÃO

Os termos ‘organização social’ e ‘estrutura social’, de acordo com a *Encyclopedia of Social and Cultural Anthropology* (BARNARD; SPENCER, 2002), foram empregados por diferentes autores como Radcliff-Brown, Lévi-Strauss, Herbert Spencer e Auguste Comte, compondo um longo debate que não nos cabe, aqui, adentrar. Entretanto, para a finalidade desta dissertação, utilizaremos ambos como sinônimos para nos referirmos aos papéis sociais existentes no grupo e às relações que se estabelecem entre eles.

Neste sentido, optou-se por avaliar conjuntamente não só os papéis sociais existentes entre os diferentes grupos humanos, no sentido apresentado por Barnard para o termo ‘organização social’ (BARNARD; SPENCER, 2002), como também o que os autores definem como ‘estrutura social’, ou o conjunto das relações formais, das normas e práticas de um grupo. Portanto, a *organização social de um grupo*, para nós sinônimo de *estrutura social*, será empregada em referência aos papéis sociais e às relações entre esses papéis, tanto em termos da hierarquia mantida entre eles, como internamente aos seus estratos e agrupamentos. Em outras palavras, nos interessa entender quantos e quais são os papéis sociais existentes nos grupos, assim como de que forma estão distribuídos, como se relacionam, como se influenciam e como se agrupam.

As transformações ocorridas nas populações humanas ao longo do processo de emergência da desigualdade material hereditária (DMH), para além das mudanças nas relações entre indivíduos e recursos naturais, parecem indicar mudanças na organização social intra e intergrupos. No registro arqueológico, por exemplo, as atividades realizadas de maneira coordenada teriam tomado novas proporções após a emergência da DMH (AMES, 1994; FRANGIPANE, 2007). A aparente homogeneidade dos indivíduos – característica do estágio anterior – teria aos

poucos sido substituída por especializações, novos papéis individuais, relações específicas e hierárquicas (PRICE; FEINMAN; 1995). Regras e códigos sociais também teriam se modificado, de maneira que, aos poucos, essas novas estruturas sociais teriam se tornado mais comuns em determinada região (ALLEN, 1997; DRENNAN; PETERSON 2006).

Entende-se, aqui, que a compreensão da organização social pode auxiliar na análise das transformações comportamentais do *Homo sapiens*, uma vez que a emergência de certas inovações como, por exemplo, a desigualdade material hereditária, parece ocorrer acompanhada de mudanças nas relações entre os indivíduos (JOHNSON; EARLE, 2000). A emergência de um líder – indivíduo que centraliza as tomadas de decisão e a influencia na resolução de conflitos – pode não implicar necessariamente no acesso diferencial a recursos dentro de uma certa população (BOIX, 2010). Entretanto, não existe nenhum grupo cujo acesso aos recursos seja heterogêneo, desigual, que não tenha uma estrutura social hierárquica (ARNOLD, 1993). A existência de uma hierarquia está sempre associada à existência de estratos sociais, como pode ser visto já nas chamadas sociedades de transição (PRICE; FEINMAN, 1995), e é por isso que, conforme entende-se aqui, a DMH pode, em certa medida, refletir um processo de estratificação social.

Em síntese, neste trabalho a organização social de um grupo foi definida como o conjunto dos diferentes papéis sociais ocupados pelos indivíduos que compõe o grupo e as relações entre eles. Isso é, as posições ocupadas pelos membros de um grupo e as implicações tanto sociais, quanto individuais, decorrentes dessas posições. Cabe aqui ressaltar que isso não significa que a estrutura e a organização social sejam de alguma forma estáticas, pelo contrário. Estas parecem variar com o contexto ecológico, tecnológico, cultural e temporal dos grupos (JOHNSON; EARLE, 2000), razão pela qual as relacionamos aqui com a emergência da DMH, por exemplo. Cabe ressaltar, de forma a complementar a ressalva, que esta visão adotada aqui não implica prever que a estrutura e a organização devam seguir um caminho evolutivo linear, ou de progresso, conforme esclarecem Johnson e Earle (2000). As transições e as não-transições entre uma forma de organização e outra

não são obrigatórias ou mesmo necessariamente esperadas (FRANGIPANE, 2007).

Entre os diferentes recortes possíveis neste contexto, duas propriedades de organização social foram por nós aprofundadas, sendo elas a hierarquização e a estratificação social. Reconhecendo a existência de um largo aprofundamento teórico já realizado no âmbito da antropologia sobre as relações de parentesco e a divisão do trabalho (HAVILAND et al., 2011), optou-se aqui por uma simplificação analítica voltada para as relações de caráter econômico e administrativo dentro dos grupos, isso é, para as relações sociais relacionadas ao fluxo de recursos produtivos e de consumo entre os indivíduos. Para que fique claro o contexto teórico que envolve a discussão que se pretende, aqui, adentrar, será apresentada a seguir, a discussão sobre os conceitos centrais deste trabalho – desigualdade, hierarquização e estratificação – sendo na sequência apresentado o sistema de classificação das diferentes organizações sociais humanas, conforme proposto por Service (1962) e adotado nesta dissertação

2.1.1 Desigualdade

O foco deste trabalho está na hereditariedade da desigualdade material, ou seja, na posse desigual dos recursos mantida através das gerações. A desigualdade material hereditária (DMH) é o termo proposto aqui, pois distingue explicitamente o tipo de desigualdade abordada – aquela dos recursos materiais, sejam de consumo ou de utilidade – e pontua, também, a condição de permanência desta condição ao longo do tempo e das gerações. Conforme esclarecem Mulder e colaboradores (2009), existem outros dois tipos de desigualdade que podem ser medidos e que são fundamentais na organização social das populações humanas: a desigualdade relacional (*relational*), aquela das diferentes relações entre as pessoas, e a desigualdade física (*embodied*), aquela das capacidades individuais de força, destreza e velocidade. As duas estarão presentes na discussão conduzida nos próximos capítulos, uma vez que a desigualdade das relações sociais, por exemplo,

faz parte da estrutura social dos grupos, entre outros, na sua estrutura hierárquica. No entanto, a desigualdade material é o foco aqui, que se justifica pelo fato dela emergir em fase relativamente recente do histórico evolutivo do *Homo sapiens*, enquanto a desigualdade física, por outro lado, decorre da biologia da espécie e do conhecimento difundido na população (MULDER et al., 2009).

A desigualdade material está diretamente relacionada ao acúmulo e ao controle dos recursos, que são geridos por um grupo, população ou sociedade, sejam eles animais domesticados, a terra em que se planta o alimento ou em outros tipos de riqueza material como o acúmulo de artefatos de valor (MULDER et al, 2009). A concentração de recursos como, por exemplo, alimentos, ferramentas ou tecnologia nas mãos de uma determinada parcela da população configura para nós, portanto, a desigualdade material.

Durante quase toda a história evolutiva da humanidade a acumulação de recursos não teria sido tarefa fácil, ou até mesmo possível. Em grupos nômades, uma carga pesada pode ter significado um custo alto para os indivíduos e, também, para o bando como um todo, uma vez que nunca foram encontradas evidências de acúmulo de ativos nessas populações (BOIX, 2010). Por esta razão, parece provável que a desigualdade hereditária só tenha sido possível em condições de sedentarismo, ou seja, não antes dos últimos 24 mil anos (BOWLES; SMITH; MULDER, 2010). Além disso, ela dependeria não só da capacidade de acúmulo, mas também da capacidade de controle e defesa dos recursos exploráveis (KAPLAN et al, 2009), o que poderia implicar na necessidade de um ambiente com relativa abundância concentrada de recursos e uma certa organização social.

Localizar com precisão os lugares onde emergiu a desigualdade pela primeira vez – sem nenhuma interferência ou contato prévio com outros grupos humanos – não é tarefa fácil para a Arqueologia. Alguns dos indicadores mais utilizados são, por exemplo, a diferença entre o tamanho das casas em um mesmo vilarejo, o formato distinto de algumas casas, os sepultamentos acompanhados de ornamentações, e outros tipos de cultura material que indiquem status ou elitização (MARCUS, 2008). O superávit, uma das possíveis condições para o surgimento da estratificação

social (ALLEN, 1997), é, portanto, uma condição que se observa apenas indiretamente.

O que se sabe hoje é que a desigualdade emergiu de forma independente em diversos grupos e locais, entre 5.000 A.C. e 1.000 D.C. (DRENNAN; PETERSON, 2006). Da mesma forma, teriam surgido independentemente as diversas economias de produção de alimento (COWAN; WATSON, 1992). Porém, os caminhos que levaram à institucionalização da desigualdade permanecem desconhecidos (WIESSNER, 2002). Alguns locais foram mais investigados pela arqueologia do que outros como, por exemplo, a costa noroeste da América do Norte e o Oriente Médio, na região da Mesopotâmia (AKKERMANS, 1988; OATES, 1960, 1968). Por esse motivo, ambos serão o foco da discussão aqui realizada, aprofundada no próximo capítulo.

Na Mesopotâmia surgiram as primeiras cidades do registro arqueológico (HUOT, 1992). Foi lá também que surgiram os primeiros impérios e onde nasceu a cultura ocidental moderna, sendo algumas das cidades deste período inicial atribuídas a relatos da Bíblia (CURTIS et al., 2008). Trata-se, portanto, de um marco de extrema relevância na compreensão da evolução cultural e comportamental humana. Foi na Mesopotâmia, também, que a agricultura surgiu pela primeira vez (ALLEN, 1997), em populações já sedentárias, no período final da última glaciação (20.000-9.000 B.C.) (FLANNERY, 1973), o que parece ser uma questão central para o entendimento da origem e evolução da desigualdade material hereditária.

A Costa Noroeste da América do Norte, por outro lado, faz um contraponto complementar ao problema aqui abordado, por ter sido palco da emergência da desigualdade entre caçadores e coletores (AMES, 1981; KEELEY, 1988). Sem utilizar-se da domesticação, os caçadores e coletores daquela região foram capazes de dominar e controlar os recursos naturais por outras vias, utilizando tecnologias e técnicas específicas, alcançando uma configuração semelhante ao caso da Mesopotâmia, com a emergência de padrões comuns relacionados à desigualdade hereditária (AMES, 2001). Adicionalmente há uma correlação entre

os caminhos seguidos por ambos os casos, conforme será discutido posteriormente.

Segundo Kuijt (2000) e Asouti (2006), a desigualdade teria recebido limitada atenção dos arqueólogos no que diz respeito ao Neolítico Antigo, período no qual provavelmente essa se originou. Assim, os dois locais aqui escolhidos para o aprofundamento da literatura decorrente neste capítulo não exclui outras possibilidades onde a desigualdade poderia ter emergido de maneira independente, como fruto de processos específicos e isolados. Entretanto, devido à sua importância e quantidade de informações disponíveis na literatura, serão esses os estudos de casos aprofundados nesta dissertação.

2.1.2 Hierarquização

Entre as possíveis formas de desigualdade individual, está a desigualdade de relações estabelecidas com o grupo, das relações sociais mantidas pelos indivíduos (MULDER et al., 2009), que pode se dar de maneira quantitativa e qualitativa. As relações hierárquicas, de acordo com as métricas das redes sociais (KADUSHIN, 2012) na perspectiva da ciência da complexidade, caracterizam a posição de um indivíduo dentro do grupo a partir das relações que este mantém com seus pares. Um indivíduo com mais conexões do que os outros poderia, por exemplo, ter uma série de vantagens dentro do grupo, dado o estabelecimento de laços de autoridade para com os demais membros (KADUSHIN, 2012). Esta condição de superioridade hierárquica pode ocorrer devido a questões de poder, influência, privilégios, riqueza, compartilhamento de alimentos, política regional, padrão de assentamento e o aparecimento das Chefias (JOHNSON; EARLE, 2000).

A hierarquia configura uma das qualidades de um grupo social desigual que é fundamental para o presente estudo: a mudança na estrutura social referente às relações de poder entre indivíduos. A hierarquia, nesta concepção, pode ser

ilustrada pelo ordenamento da rede (KADUSHIN, 2012). Uma rede homogênea, dita regular, é desprovida de hierarquia, pois a posição relativa dos seus nós é a mesma em qualquer parte que se analise (KADUSHIN, 2012). Entretanto, uma rede heterogênea, desigual, apresentará uma relação desigual de conexões, podendo privilegiar ou subordinar determinados nós, a depender de como fluem suas informações e os recursos (KADUSHIN, 2012).

No caso de um bando hipotético de caçadores-coletores, os nós que representam os indivíduos adultos terão uma distribuição semelhante de poder na topologia da rede quando comparados a seus pares, mas, possivelmente, desigual quando a tomada de decisão envolver adultos e jovens, por exemplo. No caso de uma tribo, mesmo que materialmente igualitária, alguns papéis sociais podem emergir como distintos (FRANGIPANE, 2007). O líder da tribo, por exemplo, mesmo que não goze de quaisquer benefícios materiais dentro do grupo, terá um papel de destaque na resolução de conflitos, na coordenação da caça e, até, na determinação das fases de plantio ou colheita (GURVEN et al., 2010). De maneira que para certos contextos, sua posição hierárquica será diferenciada dos demais.

Segundo Kuijt e Goring-Morris (2002), “[...] *recent ethnographic and archaeological studies have clearly demonstrated that most forms of governance in small-scale agricultural or horticultural communities combine hierarchical and egalitarian dimensions.*” (p. 422). Ou seja, existiria entre alguns grupos a possibilidade de uma centralização de papéis sociais, administrativos ou políticos, caracterizando uma hierarquização, sem que necessariamente esteja presente a distribuição desigual e o controle dos recursos por uma minoria – ou elite, o que entende-se por desigualdade material. A hierarquia, portanto, não é característica exclusiva das organizações sociais estratificadas, ou desiguais. Povos que mantêm uma relação de igualdade na manutenção e obtenção dos recursos podem apresentar algum tipo de centralização de papéis, que podem ser religiosos ou administrativos, por exemplo. Assim, a hierarquia parece estar presente não só nos grupos estratificados, como também nos igualitários (KUIJT; GORING-MORRIS, 2002).

A hierarquia pode ser percebida quando se imagina a existência de coordenação entre alguns indivíduos para um determinado fim, seja ele a construção de uma habitação, a gerência dos recursos produzidos pelo grupo ou a caça de um grande mamífero. Aquele indivíduo responsável pela atribuição de tarefas, que tem a visão geral e pode delegar funções, poderá ser visto como o ponto central da hierarquia. Um caçador mais experiente, por exemplo, poderá levar os mais novos ao sucesso em uma caçada, apontando técnicas e coordenando atividades (SMITH et al., 2010a). Portanto, a hierarquia pode estar presente, inclusive, entre grupos de caçadores e coletores, com lideranças de pequena escala (KAPLAN et al., 2009).

A hierarquia foi entendida, aqui, como parâmetro importante para nosso estudo, pois seu aparecimento parece ser parte do processo de transição que pode culminar na emergência da desigualdade material hereditária (DMH), uma vez que, conforme discutido anteriormente, a última não existe sem a primeira (PRICE; FEINMAN, 1995). Após dezenas de milhares de anos de estruturas sociais pouco hierarquizadas na história evolutiva humana, o aparecimento de indivíduos que centralizam cada vez mais papéis ou privilégios parece ser uma configuração imprescindível para que, posteriormente, sejam observados indivíduos com maior acesso, controle e poder relativo aos recursos dentro dos agrupamentos humanos.

2.1.3 Estratificação

Enquanto a hierarquia pode ser identificada através da análise da topologia de uma rede social, por ser definida justamente pelo padrão de relações entre indivíduos (KADUSHIN, 2012), a estratificação social é, provavelmente, menos perceptível em uma análise de relações sociais. A estratificação implica na diferenciação qualitativa dos indivíduos devido, por exemplo, a diferenças econômicas (HENRICH; BOYD, 2008), e não apresenta uma topologia padronizada, nem decorre necessariamente de uma métrica específica (BOWLES, 2009). A divisão de um grupo em estratos pode se dar pela norma social vigente, pela concessão desigual de poderes, e/ou pela desigualdade material (FLANNERY; MARCUS, 2012;

JOHNSON; EARLE, 2000; PRICE; FEINMAN, 1995). Um estrato é, portanto, um subgrupo, dentro da população. Estratos sociais podem ser exemplificados pela elite, pelos escravos, proprietários de terra ou membros de classe religiosa.

Na literatura sobre desigualdade e evolução cultural, a estratificação configura o processo de diferenciação e classificação dos indivíduos em termos materiais (FLANNERY, 1972; HENRICH; BOYD, 2008), e assim foi definida neste trabalho. Sendo parte do processo de transformação social que culmina na DMH. Estratos sociais são condições inerentes à existência de desigualdade, dado que alguns grupos possuem mais (poder, riqueza material), enquanto outras categorias, classes ou grupos, menos (FLANNERY, 1972; KAPLAN et al., 2009; SUMMERS, 2005).

Os estratos nos quais estamos interessados são aqueles que emergiram nas primeiras sociedades desiguais da história evolutiva humana. Os quais decorreriam, de alguma maneira, da diferenciação no acesso e controle dos recursos produtivos. Antes do surgimento dos estratos, os indivíduos eram materialmente semelhantes (HAYDEN, 1990), isto é, eles detinham o mesmo conjunto de artefatos, o mesmo tipo de acesso ao ambiente e eram donos apenas daquilo que retiravam do ambiente, praticando comumente a redistribuição e a divisão de suas aquisições (WIESDORF, 2005). Dentro de certas condições sociais e ecológicas, e junto de alguns processos que serão explorados nos próximos capítulos, surgiram por volta de 6.500 - 5.000 A.C., pela primeira vez na história evolutiva humana, distinções intra-grupos que remetem à estratificação social (BOIX, 2010; DRENNAN; PETERSON, 2006).

O primeiro registro do uso de artefatos que indicariam um status diferencial de seu detentor data de 15 mil anos atrás (VANHAEREN; D'ERRICO, 2005), associado à cultura *Magdalenian* na região de Bordeaux (atual França). Entretanto este caso parece ainda estar isolado frente ao que se entende atualmente como o momento de origem da DMH (BOIX, 2010; DRENNAN; PETERSON, 2006). Ao que parece, foi com o passar das gerações, centenas de anos após o aparecimento da domesticação vegetal, que os indivíduos da nossa espécie passaram por um

processo de diferenciação social ocupando posições assimétricas e desempenhando papéis cada vez mais distintos e diversos. Suas relações com o ambiente se transformaram *pari passu*. Os recursos deixaram de ser comuns, o direito de acesso e controle também (JOHNSON; EARLE, 2000; PRICE; FEINMAN, 1995), e o surgimento da instituição da herança permitiu que indivíduos fossem diferenciados desde seu nascimento (MULDER et al., 2009). A redistribuição e o compartilhamento encontraram novas dinâmicas, novas normas e novas regras (BOWLES; SMITH; MULDER, 2010; GURVEN et al., 2010; MULDER et al., 2010; SHENK et al., 2010; SMITH et al., 2010a; SMITH et al., 2010b), conforme será explicitado neste capítulo, quando definirmos as diferenças entre os grupos igualitários e as chamadas sociedades desiguais.

Por esta razão, o surgimento da estratificação social equivale, para nós, à origem da desigualdade material hereditária (DMH), dado que a primeira é caráter diagnóstico da segunda (BLAKE; CLARK, 1999; FLANNERY, 1972), configurando um fenômeno inédito na história evolutiva do *Homo sapiens*. O surgimento da DMH pode estar associado às mudanças nas relações ecológicas, assim como às mudanças das relações entre indivíduos (SUMMERS, 2005). A partir da diferenciação material quantitativa dos indivíduos é que parecem surgir novas formas de estruturação social, que teriam permitido à espécie humana se reorganizar de diversas maneiras inovadoras (ARNOLD, 1993; CHILDE, 1950). A estrutura desigual e hierarquizada, com o tempo, teria alcançado novas escalas, permitindo o crescimento populacional, a ocupação de novas regiões, o aumento da eficiência dos sistemas produtivos, e o desenvolvimento tecnológico, arquitetônico e social (JOHNSON; EARLE, 2000).

2.2 OS TIPOS DE ORGANIZAÇÃO SOCIAL

2.2.1 Bandos, Tribos, Chefias e Estado

Entre o surgimento no registro arqueológico dos primeiros Estados (STEIN, 1994), e o possível momento histórico em que a nossa espécie deixou de se organizar exclusivamente em Bandos de caçadores e coletores, diferentes formas de organização social emergiram. Entre as tentativas de compreender sua diversidade, está o esforço feito por Service (1962), que se baseando em padrões de assentamento, estratégias de subsistência, estruturas sociais e sistemas políticos, propôs as categorias que, para fins de simplificação, vamos seguir aqui: os Bandos, as Tribos, as Chefias e o Estado. Embora estas categorias sejam aqui apresentadas de maneira que possam parecer ordenadas em uma escala linear evolutiva de complexidade, reforça-se que não é esta a leitura que deve ser feita nem, tampouco, supor que uma deriva ou evolui da outra, necessariamente. A relação entre essas categorias não é direta, não é linear e, também, não é obrigatória. Em termos gerais, essas formas de organização variam segundo o tamanho dos grupos e a presença ou ausência de estratificação mas, também, de acordo com a sua base econômica, a forma de obtenção de recursos, os tipos de papéis sociais presentes e a relação estabelecida entre os mesmos (KAPLAN et al., 2009; PRICE; FEINMAN, 1995).

Os Bandos configuram as estruturas sociais menos complexas dentre as quatro formas aqui discutidas. Neles encontram-se as menores populações, as divisões de papéis mais simples, o menor grau de hierarquia e, também a completa ausência de estratificação social (HAYDEN, 1990). Tratam-se dos caçadores e coletores, grupos familiares que dependeriam da patrulha de grandes áreas para a garantia do seu sustento (BAR-YOSEF, 1998), em geral associada à baixa previsibilidade do meio (SASSAMAN, 2004). São, portanto, nômades; não possuíam, na maioria dos casos pré-históricos que nos interessam aqui, residência fixa ou parcialmente fixa. Sua norma social é entendida como cooperativa, sendo considerados igualitários (HAYDEN, 1990), possuindo pouco instrumental de utensílios e nenhum tipo de acúmulo de recursos produtivos (HAYDEN, 1990).

Tanto Smith et al. (2010a), como Kaplan et al. (2009), apontam para a existência de dois tipos de forrageadores, sendo um deles os nômades de tamanho de grupo

reduzido, e o outro os sedentários de grupos maiores e mais complexos. Os últimos representam apenas uma pequena fração do total de grupos forrageadores conhecidos, que é majoritariamente nômade ou seminômade, e são representados majoritariamente por grupos extintos, identificados no registro arqueológico e histórico.

Ao que parece, a demanda de cooperação com o outro, existente entre os membros de um mesmo Bando, era uma necessidade mais comumente sanada do que nos grupos desiguais (KAPLAN et al., 2009). A cooperação era a norma que de certa forma garantia a homeostase social entre os caçadores-coletores (FLANNERY, 1972). Esta condição de cooperação parece ter se transformado para uma realidade de maior competição, conforme surgiram formas de organização social mais hierarquizadas incluindo, também, aquelas onde emergiu a estratificação (CLARK; BLAKE, 1994; FRANGIPANE, 2007; HAYDEN, 1981; KENNETT et al., 2008). Para Hayden (1990):

“Among Hunter/gatherers the eclipse of rigid egalitarianism and sharing that was brought about by the emergence of economic competition (made possible in turn by the effective exploitation of highly productive r-selected resources) is possibly the single most important development in cultural evolution in the last 2 million years” (p. 33).

As organizações definidas como Tribos possuem uma estrutura social menos complexa do que as Chefias e o Estado, porém uma divisão de papéis mais diversa e mais complexa do que as encontradas entre os caçadores e coletores (KAPLAN et al., 2009; FLANNERY, 1972). As Tribos são formadas por populações maiores e, por este motivo, apresentam menor mobilidade, sendo sedentárias ou semi-sedentárias (KAPLAN et al., 2009). A unidade básica da população é a unidade familiar (FLANNERY, 1972), de maneira que os laços de parentesco ainda determinam a estrutura social do grupo, o que parece ter ocorrido entre os Bandos, também.

A tribo é uma forma de organização social mais recente, considerando o histórico evolutivo humano, aparecendo no Neolítico, cerca de 7 mil anos A.C., associada à domesticação vegetal (FLANNERY, 1972). A subsistência da tribo era garantida

através da horticultura, e a norma geral ainda era de compartilhamento e redistribuição dos recursos produtivos. A igualdade material. De forma geral, as Tribos do período pré-histórico não apresentavam estratificação (BOIX, 2010), mas a presença dos chamados líderes, ou “grandes homens”, já poderia implicar na existência de um papel social que centralizava as funções relativas ao coletivo (PRICE; FEINMAN, 1995), aumentando o grau de hierarquização deste grupo, quando comparados aos Bandos.

Conforme Naroll (1956), as Tribos eram grupos que apresentam pouca especialização, podendo ser encontrados indícios de divisão sexual do trabalho e de alguns papéis sociais isolados de destaque, como os xamãs, por exemplo. No que tange à complexidade material, a especialização nesses grupos ocorreria de maneira local, porém ainda de maneira pouco sofisticada. Algumas dessas sociedades teriam se transformado em Chefias em tempos pré-históricos (ARNOLD, 1993), aumentando seu grau de hierarquia e se reorganizado em diferentes estratos sociais.

Dentro da tipologia aqui seguida (SERVICE, 1962), as Chefias seriam os primeiros grupamentos a apresentarem estratificação social hereditária, ou seja, onde a riqueza seria transmitida inter-geracionalmente, com os filhos herdando de seus pais bens materiais, utensílios, animais ou propriedades (FLANNERY, 1972; GIBSON, 2007; WRiGHT, 1977), através de variados sistemas de herança que não cabem ser aqui discutidos. É precisamente na lacuna de transição entre as Tribos e as Chefias, conforme a classificação de Service (1962), que estamos interessados de maneira que exploraremos esta lacuna mais adiante.

As sociedades de ranking, como são chamadas as Chefias, surgiram independentemente em diversas localidades (KENNETT et al., 2008): por volta de 5.500 A.C. no Oriente Médio, e por volta de 1000 A.C. na América Central e nos Andes (FLANNERY, 1972). As Chefias são formas de organização social que decorrem da emergência da estratificação social (FLANNERY, 1972, 1974; MARCUS, 2008), o que significa que já existia uma diferenciação interna na população, com base na riqueza individual ou familiar. Além da estratificação, as

Chefias também se caracterizam pela hierarquização social (EARLE 1987, 1991), com o surgimento de elites (BOWLES; SMITH; MULDER, 2010) que centralizavam e controlavam a produção de recursos. O chefe teria o papel social de controle da população, sendo a sua autoridade máxima (WRIGHT, 1977). Posição que era, muito provavelmente, herdada pela linha de sangue do chefe (FLANNERY, 1972). As Chefias teriam sido organizações sociais cujos sistemas produtivos envolveriam a caça, a coleta, a horticultura e, também, a agricultura (ARNOLD, 1992; FLANNERY, 1972). Os meios de produção eram de propriedade do Chefe (HAYDEN, 1983) e a classe produtiva podia ser formada por escravos (ARNOLD, 1995). Os chefes não devem ser confundidos com os líderes de vilas (GURVEN et al, 2010), posições hierárquicas encontradas em contextos onde não existiria a desigualdade material. Entretanto, para Frangipane (2007) essas sociedades do tipo Chefias seriam, na realidade, igualitárias, com um vértice político central. Esta visão de uma rede social politicamente assimétrica, porém economicamente menos centralizadora é sustentada por outros pesquisadores, como Bowles (2009), por exemplo. Entretanto, aqui, assumiremos a visão clássica e amplamente utilizada que compreende tanto a hierarquia quanto a estratificação social, por esta definição contemplar os casos discutidos aqui (HAYDEN, 1983; WRIGHT, 1977).

Por fim, o Estado representa a organização social difundida no mundo moderno, formada por níveis mais altos de hierarquização e estratificação social. O Estado, ao contrário das outras três formas de organização apresentadas previamente, dependeu exclusivamente da produção de alimentos, tanto através da domesticação vegetal, como animal (CARNEIRO, 1970). A principal distinção entre a Chefia e o Estado é que, neste último, a administração da sociedade não estava mais centralizada em uma única figura. Diferentemente dos Chefes, que controlavam sozinhos todas as questões administrativas da sua região, o poder administrativo do Estado era internamente diferenciado (WRIGHT, 1977). Isto é, o representante máximo da autoridade no Estado confiava parte deste poder a outros indivíduos, que podiam gerir questões regionais ou setorializadas (WRIGHT, 1977).

Compreender as quatro formas de organização social propostas por Service (1962) pode ajudar no entendimento da evolução das formas de organização social

humanas. Bandos, Tribos, Chefias e os Estados permitem-nos visualizar a complexidade das formas em que os grupos humanos se organizaram, assim como a divisão de papéis, os novos papéis sociais, o aumento da hierarquização entre as populações e, também, a emergência da estratificação social. Porém, essas quatro categorias não são as únicas possíveis e não representam toda a gama de variação existente entre um e outro grupo humano que já existiu; elas são adotadas aqui para fins de simplificação.

2.2.1 Sociedades Transigualitárias

Entre as formas de organização social não compreendidas nos quatro grandes grupos apresentados anteriormente (SERVICE 1962) estão as organizações que nos interessam diretamente. Ou seja, aquelas que caracterizariam a transição entre o período histórico em que existiriam apenas grupos igualitários e aquele no qual teria emergido a estratificação social e a desigualdade material hereditária; pela emergência das elites e da diferenciação no acesso e controle dos recursos produzidos (PRICE; FEINMAN, 1995). A estas formas de organização convencionou-se chamar de sociedades transigualitárias (CLARK; BLAKE, 1989). Foi entre os grupos transigualitários que buscamos os parâmetros que pudessem sugerir as bases do modelo da transição de grupos relativamente igualitários para grupos caracterizados pela DMH, que foi construído e testado neste trabalho.

O termo transigualitário foi proposto por Clark e Blake (1989) e se refere às estruturas sociais que não apresentam estratificação institucionalizada nem são completamente igualitárias. Os grupos que se encaixam dentro dessa ampla classificação seriam aqueles encontrados em condições ecológicas relativamente seguras em termos da quantidade de recursos disponíveis para consumo, de maneira que a necessidade pelo compartilhamento dos alimentos entre unidades domésticas parece não ter sido um comportamento significativo (PRICE; FEINMAN, 1995). Segundo Price e Feinman (1995), entre os grupos que se encaixam nessa classificação estão os *Great Men*, *Head Men* e *Big Men*, que são denominados

neste trabalho (tradução do autor) como grupos *Reciprocadores* e *Déspotas*. Considera-se que em ambos os tipos de grupos, existiria algum tipo de competição pelo poder e pela liderança do grupo (PRICE; FEINMAN, 1995).

Para os fins de nossa pesquisa e presente trabalho, interessam especificamente as sociedades do tipo *Big Men*, onde havia um maior investimento dos indivíduos em conquistar a liderança ou um lugar de destaque social dentro do grupo. Tais grupos possuíam populações maiores e a presença de “empreendedores” (do inglês *entrepreneurs*, tradução do autor) que faziam com que o superávit produzido fosse muito maior do que entre os *Déspotas* e *Reciprocadores* (PRICE; FEINMAN, 1995). Os empreendedores ativamente buscavam endividar outras pessoas, formando relações de dependência, e competiam entre si em eventos públicos que tinham a finalidade de sinalizar sua importância para o restante do grupo. Os pagamentos feitos pelos *Big Men* aos indivíduos que lhes davam suporte contribuíam para aumentar sua importância social e reforçavam as relações de subordinação, cada vez mais institucionalizadas. Entre as descrições clássicas das disputas pelo poder entre os *Big Men* estão as descrições dos *potlatches*, ou banquetes, na Costa Noroeste dos EUA, patrocinados pelos poucos indivíduos que detinham grandes quantidades de recursos como, por exemplo, porcos e outros animais de criação (PRICE; FEINMAN, 1995). As sociedades *Big Men* também foram caracterizadas por um declínio na ocorrência de guerras intra-grupos, que causavam prejuízos nas relações comerciais e passavam a ter uma relevância cada vez maior na busca pela liderança dos grupos (PRICE; FEINMAN, 1995).

2.2 SISTEMAS ECONÔMICOS (OU SISTEMAS DE PRODUÇÃO)

Considerando que a nossa espécie tenha em torno de 200 mil anos de história evolutiva, quase todo este período (cerca de 90%) foi vivido sob a economia de caça e coleta (SMITH et al., 2010a), com os seres humanos organizados em grupos que viviam do forrageio. Caçar e coletar eram as práticas de subsistência realizadas

pelo *Homo sapiens* enquanto vivia em Bandos, persistindo até o surgimento da sedentarização, no processo que antecedeu a domesticação de animais e vegetais. Embora ainda hoje esse sistema produtivo persista em grupos isolados (SMITH et al., 2010a), o processo de sedentarização humana parece ter sido determinante na emergência da DMH, de maneira que iremos explorar e pontuar aqui os diferentes sistemas produtivos os quais, em termos gerais, cobrem a diversidade de hábitos da nossa espécie (Caça e Coleta, Horticultura, Pastoralismo e Agricultura). Segundo Smith et al.:

“We define hunter-gatherer (forager) production system as those that subsist primarily on undomesticated species of plants and animals, even if some domesticated species or their products are obtained through trade or ancillary cultivation” (2010a, p. 20).

Nota-se que, nessa definição, forrageadores e caçador-coletores são tratados como semelhantes, sendo esta a perspectiva adotada aqui. A existência da ‘troca ou cultivo auxiliar’ na definição de Smith et al. (2010a) deve-se ao fato de sua colocação ser baseada em etnografias, ou seja, incluindo grupos que apresentam interações com sociedades modernas. No nosso caso, a economia de subsistência dos grupos caçadores-coletores ou forrageadores não incluiria trocas ou qualquer tipo de cultivo uma vez que nosso interesse e foco de análise precede a existência das sociedades estratificadas.

Os Horticultores representam grupos nos quais já existia a domesticação vegetal e animal. Descritos como praticantes da agricultura de pequena escala, ou “cultivo de jardim”, são caracterizados pelo trabalho humano associado à ferramentas simples (GURVEN et al., 2010). Essas populações residiam normalmente em vilas, com tamanho populacional geralmente maior do que o dos grupos de caçador-coletores, sendo alguns de seus exemplos contemporâneos os Yanomamö e os Tsimane (KAPLAN et al., 2009).

Entre os Horticultores, o cultivo é majoritariamente limitado pelo poder de trabalho dos indivíduos que compõem o grupo (MULDER et al., 2009), não se tratando, portanto, da existência de limitações ecológicas, como área disponível, por exemplo. O complemento energético e proteico dessas populações à horticultura é

frequentemente realizado através da caça e da coleta (BOWLES; SMITH; MULDER, 2010). Um exemplo contemporâneo desse sistema produtivo é encontrado entre as populações que habitam as ilhas de Meriam, na Austrália, que praticam a horticultura combinada com a caça e a coleta (SMITH et al., 2010a).

Os grupos que se encaixam na categoria de Pastoralistas são aqueles que especializaram seu sistema produtivo na domesticação animal como, por exemplo, de gado bovino, camelos ou ovelhas (MULDER et al., 2010). Os Pastoralistas são frequentemente nômades ou seminômades, devido à utilização sazonal de áreas de pastagem em diferentes ambientes. Entretanto, é importante notar que a domesticação e a criação de animais não estão presentes apenas em populações estritamente pastoralistas, ocorrendo também entre horticultores e agricultores (FRANGIPANE, 2007). Alguns exemplos atuais de Tribos Pastoralistas incluem os Maasai do leste africano, os Tuareg do norte africano, os Altaic do centro da Ásia (KAPLAN et al., 2009), assim como os Datoga e os Sangu, do leste africano, e os Yomut do sudoeste asiático (MULDER et al., 2010).

Por fim, os agricultores são aqueles que, em alguma medida, representam o passo seguinte à horticultura. Entretanto, é importante entender que esta não é uma condição obrigatória, e não implica em uma melhora e tampouco uma visão de progresso, de causalidade ou determinismo, conforme apontado anteriormente. Trata-se apenas de uma visão comparativa em termos de grau domesticação de recursos e sedentarização das populações humanas. Segundo Shenk et al. (2010), esse sistema de produção é caracterizado pela limitação do espaço ou do terreno para cultivo, enquanto a limitação do horticultor está na sua força de trabalho. Outra característica diagnóstica desse sistema de produção, também destacado pelos autores, são as inovações tecnológicas dos agricultores, os quais podem fazer uso de arado, tração animal e sistemas de irrigação.

As populações de agricultores sobrevivem com o complemento energético e proteico, prioritário, da criação animal e do pastoreio (MULDER et al., 2009). Conforme Marcus (2008), foi a agricultura que possibilitou a existência de sociedades cujo tamanho jamais fora possível nos outros sistemas produtivos

descritos anteriormente. Foi em sistemas agrícolas que a organização social alcançou a maior complexidade, e a estratificação social surgiu de forma mais evidente. Também foi a partir desse sistema de produção que emergiram os primeiros Estados (REDMOND; SPENCER, 2012; WRIGHT, 1977).

Acredita-se que a maior diferença entre a busca de recursos presente no ambiente através do forrageio – ou caça e coleta – e a produção de alimentos cultivados e criados, seria provavelmente a previsibilidade do retorno do investimento energético (AMES, 1994; BAR-YOSEF, 1998; BLAKE; CLARK, 1999; HAYDEN, 1990; SHENNAN, 2011). Isto é, tanto a caça, como o cultivo, implicam em um gasto energético para a obtenção do alimento, que por sua vez provêm um retorno alimentar em termos de macro (calorias e proteínas) e micronutrientes. Em termos calóricos, a agricultura poderia garantir uma produção calórica *per capita* muito maior que os sistemas forrageadores (ELLEN, 1982), gerando, inclusive, excedentes que podem ser armazenados (quando há tecnologia disponível para estocagem) e redistribuídos (DIAMOND, 1997; HAVILAND et al. 2011).

2.3 TEORIAS SOBRE A TRANSIÇÃO: EMERGÊNCIA DA DMH

Ao longo da literatura dedicada ao debate da origem da DMH, diferentes propostas explicativas foram formalizadas, sendo classificadas de diferentes formas, a depender do autor e de sua abordagem (CARNEIRO, 1970; JOHNSON; EARLE, 2000; WEBSTER, 1990; WESSON, 1999). Alguns autores dividem os modelos entre ambientais e sociais, ou entre ecológicos e políticos (ASOUTI, 2006). Para outros (ARNOLD, 1993), os modelos podem ser divididos entre os que colocam os indivíduos como agentes políticos da mudança, e os que não consideram a agência individual como preponderante no processo. Outra divisão que pode ser proposta seria entre os modelos deterministas ambientais, que enfatizam os fatores externos que pressionam os grupos a se reorganizar (CARNEIRO, 1970; JOHNSON; EARLE, 2000), e os deterministas sociais, que buscam explicar a origem da desigualdade como resultado de mecanismos internos à própria população, ligados

à agência individual (ARNOLD, 1992; MARX, 1967). A discussão de modelos híbridos, que considerem tanto fatores internos quanto externos, parece ser, até o momento, pouco expressiva na literatura.

O debate sobre a origem da desigualdade social – muitas vezes centrado no debate acerca da origem do Estado – é, na realidade, bastante antigo. Entre arqueólogos, antropólogos e sociólogos, muitas teorias já foram levantadas e discutidas como, por exemplo, a pressão populacional (JOHNSON; EARLE, 2000), o surgimento dos excedentes (WESSON, 1999), a tecnologia de estocagem (ALLEN, 1997), o sedentarismo (PLOG, 1990), o controle dos meios de produção (MARX, 1967; ENGELS 1972), a inovação tecnológica (ARNOLD, 1995), o controle ideológico (EARLE, 1997), o controle do trabalho (WEBSTER, 1990, ARNOLD, 1992), a busca por status (CLARK; BLAKE, 1994), a centralização do comércio (ADAMS, 1974), o controle das fontes de recursos (BOONE, 1992) e a guerra (CARNEIRO, 1970).

Estas teorias foram amplamente discutidas e testadas com dados arqueológicos e etnográficos, e uma resposta ou solução universal que explique o surgimento e a evolução da estratificação social em populações humanas não foi encontrada na literatura (FLANNERY; MARCUS, 2012; PRICE; FEINMAN, 1995). O trabalho de Kuijt e Goring-Morris (2002), por exemplo, em sua revisão sobre o Levante Sul no Oriente Médio, desconstrói uma série de teorias desenvolvidas anteriormente, como o crescimento populacional, o uso de excedentes, a estocagem e o sedentarismo. Esse também é o caso do trabalho de Wiessner (2002), que desconstrói a narrativa dos *aggrandizers* de Clark e Blake (1994). Este cenário aponta para a possibilidade de se identificar mecanismos e teorias que podem vir a corresponder a processos locais, porém cuja transposição para outros fenômenos de transição frequentemente falham no que diz respeito ao seu poder explicativo. A seguir, descreveremos brevemente as principais teorias.

2.3.1 Teorias Deterministas Ambientais

Entre as primeiras teorias levantadas para explicar o fenômeno da emergência da desigualdade material hereditária em populações humanas está a da pressão populacional, que coloca o fator causal das transformações como sendo externo às populações (DIAMOND, 1997). Para os teóricos que argumentam sobre essa alternativa (CARNEIRO, 1970; JOHNSON; EARLE, 2000; YESNER, 1980), a domesticação vegetal teria sido responsável pelo crescimento populacional. Este, por sua vez, teria aumentado a pressão dentro do grupo por recursos levando a uma dinâmica social contrária àquela da cooperação. Isto é, o aumento da população teria levado à competição por recursos, o que teria levado o *H. sapiens* a reorganizar as estruturas sociais, deixando de compartilhar os seus recursos como antes (CLARK; BLAKE, 1994).

Ao que nos parece, entre as principais fraquezas desse argumento estaria a relação direta de causalidade e a falta de registros arqueológicos que comprovem a estratificação social em ambientes de baixa produtividade - uma vez que a pressão populacional poderia se dar em condições isoladas. Ou seja, se a teoria estivesse certa, seria esperado que pequenos grupos humanos encontrados em ambientes espacialmente limitados, cuja disponibilidade de recursos fosse também limitada, tivessem uma organização estratificada. Existem diversos exemplo (como é o caso do Levante Sul) em que a população local cresceu após a difusão do uso da domesticação vegetal e, por séculos, não se observou nenhum tipo de emergência da estratificação nos registros arqueológicos da região (KUIJT; GORING-MORRIS, 2002). Ainda, sabe-se que a desigualdade emergiu entre povos de caçadores e coletores na costa Noroeste dos EUA (AMES, 1981; CARLSON, 2010; RUYLE, 1973), que embora tenham apresentado um crescimento populacional devido ao seu aumento de eficiência na extração de salmão, de forma que a emergência da DMH neste contexto não esteve relacionada à domesticação vegetal.

Para Clark e Blake (1994), o crescimento populacional não pode forçar as pessoas a inverterem sua estrutura social, embora exista uma forte correlação entre tamanho populacional e complexidade política (DIAMOND, 1997). Desta forma, embora a hipótese da pressão populacional nos coloque uma questão importante,

a da disputa por acesso a recursos limitados, ela por si só não conseguiria explicar por completo o processo analisado aqui.

Outra teoria proposta, que associa diretamente o advento da domesticação com a complexificação social, é aquela que vê nos excedentes a chave para a emergência da desigualdade material (ALLEN, 1997). Segundo esta teoria, foi a produção de recursos para além das demandas de consumo locais que permitiu às populações humanas a sua reorganização em estratos. Para Allen (1997) qualquer sociedade estratificada pressupõem a existência de *superávit*, ou seja, de excedentes. Entre as razões que explicam porque os excedentes podem ser os responsáveis pela emergência da desigualdade material hereditária, está a ideia de que os recursos excedentes seriam objeto de controle dos grupos de indivíduos privilegiados, que utilizariam estes recursos para seus próprios interesses (ARNOLD, 1992; FRANGIPANE, 2007; HENRICH; BOYD, 2008). Outra razão para se considerar a existência de excedentes como pré-requisito para a emergência da DMH está na possibilidade de que esses liberariam alguns indivíduos das suas responsabilidades produtivas entre seu grupo (CARNEIRO, 1970; DIAMOND, 1997). Ou seja, a produção de excedentes tornaria possível contar com menos pessoas para produzir alimentos para toda a população, o que deixaria alguns indivíduos livres para se dedicarem exclusivamente a outras atividades como, por exemplo, nos papéis administrativos e, também, naqueles relacionados à guerra (JOHNSON; EARLE, 2000).

Entre os pontos fracos desse argumento está a ausência de explicação sobre como os indivíduos que mobilizariam os excedentes em proveito próprio teriam recebido ou conquistado tal privilégio. De maneira geral, a literatura aponta o privilégio do acesso sem necessariamente esclarecer como este teria emergido. Arnold (1993), por exemplo, acredita que a condição de privilégio da elite seria decorrente de uma possível vantagem fortuita. Portanto, na teoria dos excedentes parece faltar a avaliação de um passo anterior que explicaria porque alguns indivíduos seriam colocados na posição de controle dos recursos estocáveis, mesmo no que diz respeito ao maior poder produtivo dos *Big Man* (PRICE; FEINMAN, 1995). Outro ponto de questionamento está no fato de que os excedentes poderiam garantir, em

princípio, que todos os indivíduos do grupo tivessem sua demanda alimentar satisfeita, o que não necessariamente os colocaria em posição de submissão frente àqueles que tivessem mais excedentes, já que a desigualdade implicaria em um grupo dependendo direta, ou indiretamente, de outro (ARNOLD, 1995; GIBSON, 2007).

Para os autores que colocam o sedentarismo como a hipótese inicial para a origem das estruturas sociais estratificadas, aqui centralizados no trabalho de Plog (1990), está uma abordagem cujo pano de fundo é uma visão sistêmica. Para Plog (1990), o sedentarismo entre as populações que produzem seu próprio alimento através da agricultura seria a base da transformação social. Sua abordagem não conecta diretamente o sedentarismo com a estratificação e com a hierarquização das populações, mas vê nessa condição inicial o terreno para que o controle sobre os excedentes e a mudança nas relações de troca e compartilhamento floresça.

Plog (1990) observou, nas vilas onde teve início o processo de sedentarização, indicadores do surgimento de transformação social como, por exemplo, a formalização de cemitérios nos quais se percebe a existência de regras para os enterramentos. Ou, ainda, o paulatino aparecimento, nessas vilas, de prédios públicos voltados para práticas rituais, a presença das redes de troca de curta e de longa distância e, também, de mudanças nos padrões de estilo dos artefatos produzidos pelas populações, que representariam uma lógica ideológica condizente com a desigualdade material hereditária.

Embora essa abordagem não possa ser considerada como determinista ambiental, ou social, sua capacidade explicativa do fenômeno da DMH parece se reduzir a uma proposta descritiva da realidade, sem que seja possível, assim, testar ou verificá-la. Desta forma, entende-se que o sedentarismo, por si só, não seria capaz de explicar a emergência da estratificação (AMES, 1994), o que parece ser confirmado pelos muitos casos de sedentarismo e domesticação agrícola que não levaram à emergência da estratificação social. Esse é o caso do Levante Sul, mencionado anteriormente (no período que precede o aparecimento da cerâmica)

(KUIJT; GORING-MORRIS, 2002), assim como seria o caso do aparecimento de habitações antes mesmo da origem da domesticação vegetal (MITHEN, 2003).

Outro fator explicativo recorrente entre diferentes teorias acerca da emergência da estratificação está no advento das técnicas e tecnologias de estocagem de recursos (SUMMERS, 2005). Na teoria que considera a estocagem como a explicação central do fenômeno aqui estudado, seu aparecimento teria tornado possível controlar recursos não-perecíveis, que configurariam um tipo de excedente. O advento das tecnologias de estocagem teria permitido ao *H. sapiens* diminuir a imprevisibilidade do ambiente ocupado, assim como manejar e direcionar seus recursos para diferentes fins (SMITH et al., 2010a).

A teoria da estocagem se assemelha, em grande parte, com a dos excedentes, uma vez que o último não é possível sem o primeiro. E, de fato, o aparecimento dos espaços de estoque entre os povos agricultores e, também, entre os caçadores-coletores que alcançaram a estratificação social, precede a transição social da origem da DMH (KUIJT; GORING-MORRIS, 2002). Entretanto, assim como nas críticas feitas à hipótese do excedente, aqui outra vez o argumento corresponde apenas a parte do processo e deixa de fora as questões sociais por trás do controle dos recursos e do acesso diferencial aos mesmos. Desta forma, entende-se que o estoque, por si só, não seria capaz de explicar a emergência da desigualdade material hereditária (AMES, 1994), dado que, inclusive, este aparece milhares de anos antes da emergência da desigualdade material hereditária na Mesopotâmia (KUIJT; GORING-MORRIS, 2002).

Uma das teorias mais influentes que se propõem a explicar a desigualdade material hereditária é a que descende do trabalho de Karl Marx (1967), abordada aqui, em termos gerais, pelo controle dos meios de produção. Os trabalhos de Marx (1967) e Engels (1884) tiveram grande impacto na antropologia, dando origem, segundo Spencer (1996), a duas linhas gerais, o Marxismo Estrutural e o Marxismo Cultural (BARNARD; SPENCER, 2002), os quais não cabe aqui aprofundar.

Para os autores que utilizam esta abordagem (ARNOLD, 1993), a desigualdade teria emergido em decorrência do acesso assimétrico aos recursos dentro da população, de maneira que alguns indivíduos seriam responsáveis pela distribuição dos recursos à população e, também, pela coordenação das atividades dos produtores de alimento. Isto é, os fatores de produção - terra e tecnologias associadas à produção de recursos – seriam controlados por uma elite que se beneficiaria deste poder para reorganizar a sua comunidade em uma estrutura estratificada (ARNOLD, 1993).

A hipótese do controle dos meios de produção coloca em discussão a questão do controle sobre recursos, evidente ao longo de diversos trabalhos que tratam da emergência da DMH (AMES, 1994; CHILDE, 1950; HAYDEN, 1983; GRIER, 2000). No entanto, mais uma vez, essa abordagem deixa em aberto o esclarecimento dos caminhos que teriam levado uma determinada parcela da população a ocupar o lugar privilegiado da elite, o que pode ser ilustrado pela passagem de Arnold (1992):

“[...] once a change occurs in which laborers are separated from the means of production (rights, to land or products of labor), and this separation is perpetuated, then obstacles to concentration of wealth and power in the hands of a few are removed (p. 63).

2.3.2 Teorias Deterministas Sociais

Entre as principais correntes que desconsideram o papel ecológico e ambiental no processo de estratificação social da espécie humana está a que coloca o controle ideológico como fator central na transformação estrutural (DIAMOND, 1997; EARLE 1987, 1997). Para os autores que discutem esta teoria, a estratificação social decorreria do crescente poder das instituições que controlavam o mundo ritualístico e simbólico dos povos (EARLE, 1997). Alguns indivíduos utilizariam a crença no mundo metafísico para manipular e controlar o fluxo dos recursos produzidos dentro do grupo (JOHNSON; EARLE, 2000). Uma vez que a prática ritualística se encontrava presente entre os grupos igualitários, foi apenas com a

institucionalização da religião que o controle das crenças e da realidade simbólica espiritual teriam se voltado para a manutenção da desigualdade e para o controle do fluxo de recursos (DIAMOND, 1997).

O principal indício material que sustenta esta hipótese está no registro arqueológico das localidades nas quais se originaram os primeiros Estados, como é o caso da Mesopotâmia (STEIN, 1994). Entre as habitações aparentemente homogêneas das vilas agrícolas existem construções diferenciadas, que seriam utilizadas como locais públicos em que seriam celebrados os eventos ligados ao mundo simbólico. O crescimento no número destas construções, ao longo do tempo, traduziria o crescente papel dos primeiros templos na mudança das estruturas sociais da região (AKKERMANS, 1989). Acredita-se que os primeiros chefes e líderes de Estado poderiam ter tido seu poder diretamente associado a estas instituições (ROTHMAN, 2004).

A presença de sinais do poder simbólico das lideranças parece estar representada na arqueologia dos lugares em que teria emergido a desigualdade material hereditária (AKKERMANS, 1989; HAYDEN; ADAMS, 2004; OATES, 1993; STEIN, 1994). Entretanto, entende-se aqui que a relação entre a reestruturação sociopolítica dos povos e o aumento na importância do poder simbólico não poderia ser traduzida apenas pelos registros arqueológicos. Uma possível crítica a esta teoria poderia ser a existência de indícios de cultura material ligados à rituais e ao mundo do sagrado em diversas ocupações humanas ao longo de toda a história evolutiva (LEWIS-WILLIAMS, 2004; RAPPAPORT, 1971). Isto é, faltaria a esta argumentação explicar porque, neste momento, em diferentes partes do mundo, o poder sobre o mundo simbólico e ritual dos povos teria sido utilizado para fins da estratificação social. Diamond (1997), por exemplo, localiza o controle ideológico como um mecanismo de manutenção das estruturas hierárquicas, mas não de causalidade da DMH.

Entre as teorias de estratificação social decorrentes, majoritariamente, da agência humana, está aquela que coloca a emergência da DMH como produto do uso da força. O debate sobre o papel da guerra na emergência das sociedades

estratificadas foi marcado pelo trabalho de Robert Carneiro (1970), que propôs o uso desse mecanismo de dominação como uma ferramenta de subjugação e de obtenção de força de trabalho escrava. A guerra, segundo Carneiro (1970), seria um dos caminhos que grupos rivais teriam utilizado não só para se sobrepor uns aos outros, como, também, para garantir o uso e o acesso a recursos estratégicos e a expansão dos grupos vencedores. Sua elegante teoria, baseada na circunscrição ambiental e social, usava a falta de alternativas viáveis para se deslocar ou migrar como explicação para a submissão dos indivíduos à realidade estratificada em que se encontravam, mesmo que insatisfeitos, de maneira que sem alternativas, estes não tinham outra opção a não ser se sujeitarem às elites.

Entretanto, o próprio Carneiro (1970) teria reconhecido que a guerra, por si só, não seria suficiente para explicar a emergência das sociedades estratificadas, com o que concordam outros autores (ARNOLD, 1993). Devemos aqui, porém, observar que a teoria de Carneiro (1970) trata da fundação do Estado, e não das origens da desigualdade material hereditária. Parece-nos, aqui, que o uso da força armada e institucionalizada teria representado um mecanismo de manutenção da estrutura desigual, e não de causalidade e transformação, necessariamente.

A busca por prestígio e status figura no centro dos debates de causalidade social da DMH, e pode ser exemplificada pela figura dos *aggrandizers*, propostos por Clark e Blake (1994) em seu trabalho sobre os Mokaya, cultura que teria ocupado parte da região onde fica atualmente o México, cerca de 1500 A.C. Os *aggrandizers* seriam os indivíduos que, em busca do reconhecimento social e/ou de seguidores, utilizar-se-iam da estratégia da generosidade competitiva, através da qual criariam laços de dívida por meio da construção de uma imagem de destaque e provimento assimétrico de recursos. De acordo com os autores (op.cit.), o propósito da estratégia estaria em atrair outros indivíduos para uma mesma localidade, de maneira a promover um processo de aumento demográfico em torno do indivíduo que buscava aumentar seu prestígio. Processo semelhante àquele discutido previamente em relação aos *Big Man*.

Para Clark e Blake (1994), em decorrência da pressão populacional e no contexto adequado, a estratégia dos *aggrandizers* poderia levar à estratificação. Se a conquista e a manutenção das posições de prestígio pelos *aggrandizers* pudessem ser legitimamente herdadas, poderiam manter a diferenciação social de uma determinada linhagem, configurando assim a emergência da desigualdade social (CLARK; BLAKE, 1994). Estes indivíduos caracterizariam as estruturas sociais transqualitárias já mencionadas, como os *Great Men*, *Head Men* e *Big Men*. Entre as quais os indivíduos promovem eventos públicos de demonstração da capacidade de produção e acúmulo, como os banquetes, buscando através da oferta de alimento para toda a população estabelecer laços indiretos de dívida e subjugação (PRICE; FEINMAN, 1995).

A principal crítica a este modelo está, justamente, no seu determinismo social, ou mais especificamente, no determinismo individual. Para Clark e Blake, “[a]s the process depends on an unpredictable concatenation of factors and contexts negotiated in social interaction”, o mesmo seria difícil de ser previsto (1994 p. 21). Ademais, existem exemplos em que a emergência da estratificação social parece ter sido decorrente de processos sociais que não se resumem à busca pelo prestígio, como teria sido o caso de transformação social vivido pelos Enga, povos de Papua Nova Guiné, nos últimos quatrocentos anos (WIESSNER, 2002), inviabilizando o caráter universal desta explicação.

A última das teorias sobre a origem da estratificação social apresentada aqui é a do controle comercial (SMITH et al., 2010; YESNER, 1980). Neste caso, teria sido o controle tanto de rotas comerciais, como do comércio de artigos valiosos, que teria permitido o surgimento de um superávit, de um excedente manipulável (WIESSNER, 2002). O acesso às primeiras rotas comerciais da história humana poderia ter garantido a determinados indivíduos, ou povos, o poder de barganha que teria permitido o acúmulo de excedentes (HAYDEN, 1983; YESNER, 1980). Trata-se, portanto, de uma proposta que tem na agência humana e na disposição geográfica dos recursos de interesse a chave para a emergência da estratificação. A teoria do comércio coloca um grupo de indivíduos em uma posição de relativa vantagem frente à maioria da população. A busca por recursos em regiões distantes

poderia implicar em altos riscos, o que explicaria a pequena quantidade de pessoas realizando tal atividade; por outro lado, se a busca fosse bem sucedida, talvez pudesse gerar o ganho de um excedente (ARNOLD, 1992; 1995; HAYDEN, 1983; SMITH et al., 2010a). Entretanto, essa teoria encontra uma capacidade explicativa restrita, pois o acúmulo evidenciado entre os grupos das chamadas sociedades transigualitárias poucas vezes apresenta correlação com o comércio de artefatos específicos (PRICE; FEINMAN, 1995; WIESSNER, 2002).

Finalmente, revistas as principais teorias sobre o surgimento da estratificação social e da desigualdade material hereditária, percebemos que várias perguntas sobre o período de transição entre sociedades relativamente igualitárias e as desiguais permanecem sem respostas. O que teria causado esta transição? O que permitiria o surgimento dos privilégios, ou a emergência dos *aggrandizers*? Por que naquele período histórico, e não antes? O que teria mudado no ambiente ou na cultura dos povos que fizeram a transição, levando à emergência de novas estruturas sociais? Ou, nas palavras de Blake e Clark (1999):

“How did societies, at different time periods and in different parts of the world, developed hereditary inequality? This is becoming one of the most widely asked research questions in archaeology today and one for which tentative answers are beginning to come forward” (p.55).

2.4 O PROBLEMA AINDA EM ABERTO

A origem da estratificação social envolve a análise do contexto ecológico e climático de milhares de anos atrás, e o estudo dos padrões de consumo da espécie humana no mesmo período. As técnicas empregadas, as tecnologias desenvolvidas e os papéis sociais coordenados para a execução destas atividades também devem ter tido influência no processo, de maneira que o fenômeno deve contemplar, ainda, características do comportamento humano como a cooperação (KAPLAN et al., 2009; SASSAMAN, 2004; YESNER, 1980), a competição (FRANGIPANE, 2007; KAPLAN et al., 2009; KENNETT et al., 2008) e, indiretamente, o egoísmo, o

altruísmo (AXELROD, 2006; RIDLEY, 1998; TOMASELLO, 2009; WILSON, 2012), e a manipulação social.

O que se sabe é que, a partir do Período Neolítico, alguns grupos humanos passaram por grandes mudanças sociais. Em algumas partes do globo, e em um intervalo de alguns milhares de anos, novas formas de organização social estratificadas emergiram, influenciando direta e indiretamente outros povos, que também teriam sofrido processos de reorganização compondo uma sequência de transformações que pavimentou a base das sociedades contemporâneas (FLANNERY; MARCUS, 2012; PRICE; FEINMAN, 1995). O fato da estratificação social e da desigualdade material hereditária terem emergido de maneira independente, em diferentes pontos do planeta, faz com que qualquer teoria explicativa tenha que lidar com uma ampla diversidade ecológica e social, tornando implausível a possibilidade de uma explicação de alcance universal.

Assim, muitas teorias foram elaboradas para tentar explicar que processos poderiam ter colocado fim à preponderância das organizações sociais igualitárias que dominaram o histórico evolutivo da nossa espécie. Entretanto, o que se observou tanto com a literatura da origem da estratificação (FLANNERY; MARCUS, 2012; PRICE; FEINMAN, 1995), como na literatura da emergência do Estado (BOIX, 2010b; CARNEIRO, 1970; REDMOND; SPENCER, 2012) revisadas neste trabalho, foi a especificidade das propostas. Isso é, grande parte dos autores que buscaram entender a questão trabalharam em respostas para fenômenos locais, pontuais, de maneira que o entendimento comum dos processos de estratificação social e surgimento da DMH ficou para um segundo plano, quando não, descartado. Todavia, buscou-se nas várias teorias explicativas desses processos de evolução cultural subsídios que orientaram o presente estudo, no sentido de identificar diferentes mecanismos, parâmetros e variáveis que fossem comuns aos diferentes eventos. Estas informações foram utilizadas, como se verá nos próximos capítulos, para ajudar na construção e parametrização de nosso modelo, que procura fugir de determinismos ambientais ou sociais. Ao testar os diferentes parâmetros e variáveis extraídos de estudos de caso e das teorias sobre a evolução social humana expostas neste e no próximo capítulo, como se verá a seguir, pretendemos

contribuir para o debate travado na Antropologia e na Arqueologia sobre o surgimento da desigualdade material hereditária. Acreditamos que os avanços trazidos a partir da Física e da área da computação para a compreensão do comportamento de sistemas complexos (que exibem comportamentos não-lineares e emergente), poderão subsidiar a busca por respostas mais inclusivas à pergunta colocada por Blake & Clark (1999).

3. ESTUDOS DE CASO

3.1 DO GERAL AO ESPECÍFICO

De acordo com a literatura revisada sobre a origem da estratificação social, aqui definida como desigualdade material hereditária (DMH), a emergência dessa nova forma de organização social envolve diferentes variáveis - que não necessariamente estão presentes em todos os estudos de caso investigados pela Arqueologia. A busca pelo reconhecimento social e pelo prestígio pode ter sido o fator causal determinante para o surgimento da DMH em alguns casos (CLARK; BLAKE, 1994), enquanto em outros parece ter sido a pressão gerada pelo aumento populacional (DIAMOND, 1997; JOHNSON; EARLE, 2000), ou o controle dos meios de produção (ARNOLD, 1993; WRIGHT, 1977). Todavia, apesar das diferenças encontradas nos processos de transformação da organização social vividos pelos diferentes povos onde a DMH foi encontrada pela Arqueologia, a partir de ca. 6.500 A.C. (BOIX, 2010), todos evoluíram de formas mais igualitárias para sociedades estratificadas. Tal convergência na evolução social ocorrida em diferentes localidades geográficas aponta para a possibilidade, a nosso ver, da existência de algum processo comum para explicar como diferentes contextos puderam confluir a organizações sociais semelhantes.

Descarta-se aqui, para fins deste trabalho, a possibilidade de que variáveis importantes não tenham sido consideradas pela Arqueologia ou, ao contrário, que tenham sido supervalorizadas nas explicações causais para o surgimento da DMH. Ou seja, se o perfil empreendedor tiver sido supervalorizado em alguns casos históricos e etnográficos (PRICE; FEINMAN, 1995), ou a relação entre o crescimento populacional e a utilização do espaço produtivo tiver deixado de considerar um ou mais fatores relevantes que possam ter suspenso algumas normas igualitárias vigentes nestes povos (CARNEIRO, 1970), não coube a este trabalho fazer esta avaliação.

Por essa razão, tendo sido formalizado no capítulo anterior a síntese do estado da arte da literatura que trata da desigualdade material hereditária, fez-se necessário aprofundar alguns estudos de caso, a fim de checar as variáveis explicativas utilizadas e a possibilidade de utilizá-las em nosso modelo. Este aprofundamento também permitiu a realização de um exercício teórico de busca de outras características e parâmetros que pudessem complementar o debate até aqui apresentado. Acreditamos ser possível, através de uma abordagem sistêmica derivada de ferramentas utilizadas para investigar Sistemas Adaptativos Complexos (SAC) e dentro de uma perspectiva Darwinista, identificar novas dinâmicas que contribuam para o debate.

A fim de cobrir o mais amplo espectro possível, dentro dos variados fenômenos de reorganização social que levaram à estratificação social em diferentes grupos humanos no Período Neolítico, optou-se aqui por estudar um caso de emergência da DMH entre povos agricultores e, como contraponto, outro entre os caçadores-coletores-pescadores. Assim, foram selecionados dois estudos de caso de ocorrência independente e isolada de origem da DMH, que serão detalhados a seguir: o caso da Mesopotâmia (AKKERMANS, 1989; OATES, 1960; ROTHMAN, 2004; STEIN, 1994), primeiro registro do histórico arqueológico conhecido; e o caso dos caçadores-coletores complexos da Costa Noroeste norte-americana (AMES, 1981; MITCHEL, 1990; MOSS; ERLANDSON, 1995; RUYLE, 1973).

A Mesopotâmia compreende uma das regiões mais estudadas pelos arqueólogos, já que dessa região emergiu o primeiro Estado de que se tem conhecimento (STEIN, 1994), além de ser esse também o primeiro centro de origem da domesticação vegetal (KUIJT; GORING-MORRIS, 2002; MARCUS, 2008). Os primeiros registros arqueológicos humanos da região oeste asiática datam de ao menos 90 mil anos A.C. (NEVES et al., 2015), podendo sugerir que a região assistiu a diferentes momentos da evolução cultural humana antes mesmo de ter sido o palco de ocorrência dos fenômenos de interesse central deste trabalho (OPPENHEIM, 1931).

Nesta área, as primeiras vilas, isto é, os indícios iniciais do processo de sedentarização humana, podem ter aparecido em período próximo ao das primeiras experiências agrícolas (KUIJT; GORING-MORRIS, 2002), ou ainda possivelmente em período anterior (MITHEN, 2003). O que significa que as populações humanas dessa região poderiam estar se tornando mais sedentárias antes mesmo que se deflagrasse o processo conhecido como a Revolução do Neolítico. Uma vez descoberta e apreendida a domesticação vegetal pelos povos conhecidos como Natufianos, os grupos humanos que habitavam a região passaram por mudanças nos padrões de ocupação do espaço, nos tipos de construções e habitações, nas relações ecológicas com os corpos d'água e, finalmente, nas dinâmicas e normas sociais (ALGAZE, 2001; OATES, 1960; ROTHMAN, 2004).

Em período posterior aos Natufianos terem possivelmente realizado os primeiros experimentos de domesticação vegetal (BAR-YOSEF, 1998), entre 11000 – 8500 A.C., a região assistiu a uma sucessão de povos como os Halaf e os Samarra, ceramistas que viviam em pequenas vilas agrícolas de não mais do que um hectare de área (HUOT, 1992) e, subsequentemente, os Ubaid, que conquistaram pouco a pouco as regiões norte e sul da Mesopotâmia, construindo poços e diques de irrigação (STEIN, 1994). As gerações de Ubaid é que teriam sido responsáveis pelo crescimento das vilas (AKKERMANS, 1989), por mudanças na estrutura das suas habitações (HUOT, 1992; NASHEF, 1992), pelo incremento no número e tamanho dos primeiros templos (STEIN, 1994), pelo aparecimento de adornos que indicariam o pertencimento a uma elite (STEIN, 2012) e, também, pelo aparecimento de selos de produção (GROSSMAN & HINMAN, 2013). Tais transformações teriam configurado, naquele período, a emergência da estratificação social pela primeira vez na história evolutiva do *Homo sapiens* (BOIX, 2010; DRENNAN; PETERSON, 2006).

Os Uruk, que sucederam os Ubaid há cerca de 3800 A.C. (STEIN, 1994; WRIGHT, 1977), consolidaram o processo desencadeado pelos últimos, com o surgimento dos primeiros Estados (AKKERMANS, 1989; HUOT, 1992). Antigas vilas ocupadas pelos agricultores Ubaid abriram espaço para o surgimento da primeira cidade Uruk (STEIN, 1994), acompanhado pela emergência de uma organização militar

(ARESHIAN, 1990), pela deificação dos líderes e chefes de Estado (JASON, 2010), e pelo surgimento da escrita (ARESHIAN, 1990). Neste ponto da história evolutiva humana, o processo de emergência da estratificação social teria se institucionalizado (OATES, 1993; POLLOCK et al., 1996).

Na outra ponta do gradiente de sistemas produtivos humanos ligados à emergência de sociedades estratificadas, estão os caçadores-coletores-pescadores que teriam ocupado o noroeste da América do Norte desde 11.000 A.C. (CARLSON, 2010) até a ocupação britânica na região, no século XVII (ANDREFSKY, 2004). Esses povos teriam passado pelo processo de estratificação em um período histórico mais recente do que aquele ocorrido na Mesopotâmia, porém de maneira semelhante, sem que se tenha conhecimento da ocorrência de qualquer contato prévio com outras sociedades estratificadas, de tal modo que a emergência da desigualdade material hereditária na Costa Noroeste se deu como resultado de um processo intrínseco aos povos que viveram na região (PRENTISS; KUIJT, 2004; ROSMAN; RUBEL, 1986).

A história desses povos teve seu início com a chegada das primeiras migrações ao continente Americano através do caminho de Bering (CARLSON, 2010), uma passagem entre a Sibéria e o Alasca que existiu ao longo da última grande glaciação (18.000 – 12.500 A.C.) (BAR-YOSEF, 1998; DIAMOND, 1997). Acredita-se que caçadores coletores do continente Asiático teriam ocupado as Américas seguindo a migração dos grandes mamíferos dos quais dependiam para a caça (MOSS; ERLANDSON, 1995). Conforme esses povos se dispersavam pelas Américas, alguns teriam se assentado ao longo da costa oeste da América do Norte, sobrevivendo da rica fauna da região (MOSS; ERLANDSON, 1995).

Foram esses primeiros grupos que teriam dado origem às culturas complexas de caçadores coletores da região, que ocuparam toda a costa que vai do Alasca até onde fica, atualmente, o Estado da Califórnia (CHATTERS; PRENTISS, 2005). As sociedades complexas teriam sobrevivido majoritariamente da pesca de salmonídeos – peixes da família Salmonidae – além da caça de mamíferos marinhos, da coleta de moluscos e castanhas e da pesca de outros peixes. Embora

a domesticação vegetal não tenha feito parte da estratégia de subsistência dessas sociedades, os ambientes naturalmente ricos em produtividade permitiram a ocorrência de um processo semelhante ao de sedentarização em outras partes do mundo, com a permanência cada vez mais demorada dos grupos em uma mesma localidade, nas chamadas vilas de inverno (CHATTERS, 2004).

A sedentarização desses povos foi possível, entre outras razões, graças ao desenvolvimento das técnicas de pesca e estocagem utilizadas em sua maioria para o aproveitamento do salmão (*Oncorhynchus tshawytscha*; *O. nerka*), cujo ciclo de migração para os rios que desaguam no Oceano Pacífico é relativamente pontual - podendo acontecer uma vez ao ano durante cerca de 15 dias, aproximadamente (AMES, 1994). Foi o desenvolvimento destas tecnologias que parece ter permitido a emergência dos excedentes entre as vilas da região, desencadeando nessas áreas um processo de crescimento populacional (CANNON; YANG, 2006). Com o tempo, artefatos indicadores de status social passaram a ser encontrados associados aos enterramentos de alguns indivíduos, enquanto outros indícios apontariam que a guerra passou a ser parte das dinâmicas sociais locais (AMES, 1981; 2003).

Embora o processo de evolução cultural da Costa Noroeste tenha sido bastante distinto do processo vivido na Mesopotâmia, além do período temporal também ter sido outro, a emergência das elites aconteceu em ambas as regiões (AKKERMANS, 1988; AMES, 2001). Entretanto, o estágio de desenvolvimento socioestrutural da Costa Noroeste alcançou a estabilidade das grandes chefias, não tendo culminado na origem do Estado. Ainda assim, entre eles existem evidências do aparecimento da instituição da escravidão (MOSS; ERLANDSON, 1995) e de práticas de distinção social associadas à deformação dos crânios dos membros da elite (AMES, 2003; MITCHELL, 1990; MOSS; ERLANDSON, 1995), conduta que também ocorreu na Mesopotâmia (GROSSMAN; HINMAN, 2013).

Uma análise mais aprofundada dos dois estudos de caso propostos, a seguir, permitiu detalhar os processos que foram discutidos na revisão da literatura sobre a emergência da estratificação social e da DMH (Capítulo 2), além de avaliar a

importância relativa das diferentes variáveis e parâmetros para sua utilização no exercício de modelagem proposto nesta dissertação (Capítulo 5). Em outras palavras, uma análise mais refinada dos trabalhos publicados sobre os registros arqueológicos e dos estudos antropológicos associados aos dois fenômenos aqui examinados permitiu levantar dados e parâmetros utilizados na confecção de um modelo baseado em agentes que procurou simular uma população hipotética pré-estratificação. No modelo, foram incluídas variáveis sociais e ambientais encontradas nos estudos de caso, respaldados pelo debate teórico previamente apresentado.

3.2O PROCESSO DE EVOLUÇÃO SOCIAL NA MESOPOTÂMIA

Figura 3.1 – Linha do tempo de ocupação da Mesopotâmia norte e sul entre séculos 6-3 A.C. Na parte de cima da linha descreve-se a ocupação da região norte com os Halaf (5.700 A.C. – 4.500 A.C.) seguidos de Ubaid (4.500 A.C. – 3.900 A.C.) a partir dos quais iniciou-se o período Calcolítico. Na parte de baixo representou-se o histórico de ocupação da região sul, com Samarra (5.700 A.C. – 5.500 A.C.) seguidos por Ubaid (5.500 A.C. – 3.900 A.C.) e posteriormente Uruk.

3.2.1 As Culturas Samarra e Halaf

Entre o sexto e o quinto milênio A.C., a região da Mesopotâmia foi ocupada por dois povos que ficaram conhecidos pelas tradições cerâmicas de Samarra e Halaf (BRESSI et al., 2005; HUOT, 1992). Os períodos históricos de ocupação da região por estas duas sociedades foram definidos tendo como base o aparecimento e desaparecimento das cerâmicas de ambas as tradições nas sequência estratigráficas da região (Blackham, 1996; McCorriston, 1992; Oates, 1968). A distinção entre as duas culturas, Samarra e Halaf, decorre não apenas do tipo de

cerâmica produzida nas duas sociedades, mas também pelas regiões ocupadas (Campbell et al., 1999). A cultura Samarra habitou a região sul da Mesopotâmia, enquanto a cultura Halaf localizava-se estritamente na região norte (Grossman & Hinman, 2013) (Figura 3.2). Embora as duas culturas tenham precedido o aparecimento de Ubaid, a relação entre elas não é clara.

Figura 3.2 – Mapa adaptado de site da Universidade de Chicago¹

A nomenclatura Samarra deriva do nome do sítio onde os primeiros artefatos utilizados para a estocagem e o processamento de alimentos desta cultura foram encontrados (BLACKHAM, 1996). Além da cerâmica associada aos sítios Samarra, que era confeccionada com um tipo específico de argila e processo de queima, também foram encontrados ornamentos (STEIN, 2012) e outros artefatos simbólicos (BLACKHAM, 1996). Entre os sítios Samarra também seria característica a presença de tijolos moldados, que eram utilizados na construção de habitações com o formato 'T', tripartidas (HUOT, 1992). Muitas dessas estruturas resistiram à passagem do tempo e são encontradas em vilas e

¹ http://oi.uchicago.edu/sites/oi.uchicago.edu/files/uploads/shared/images/archive/Iraq_Site_300dpi.gif

ocupações de períodos posteriores, indicando uma possível relação evolutiva entre Samarra e Ubaid (HUOT, 1992). Entre os principais marcos da tecnologia Samarra estão os canais de irrigação, que aparecem no final do período de ocupação da região por essa cultura, indicando a capacidade tecnológica e de intervenção que esses povos tiveram em seu ambiente (HUOT, 1992).

Apesar dos sinais de sofisticação tecnológica, a complexidade cultural do período Samarra aponta para uma vida ritual e simbólica não institucionalizada. Conforme Oates (1978), não existe qualquer evidência de prática religiosa nos sítios escavados da cultura Samarra. Tratavam-se, portanto, de populações de agricultores, habitando pequenas vilas e sobrevivendo da caça e da domesticação animal. O ponto de maior relevância relativa a esta cultura para este trabalho está no fato da cultura Samarra ter sido a possível predecessora de Ubaid (HUOT, 1992). Segundo análises realizadas por Blackham (1996), a cerâmica Samarra tem uma forte relação com a cerâmica Ubaid, tanto no seu processo de fabricação, quanto na pintura. De forma que para se entender o processo de transição identificado em Ubaid se faz necessário analisar o histórico de Samarra.

A cultura Halaf, por sua vez, é encontrada no registro arqueológico entre os anos de 5700 A.C. (BRESSI et al., 2005) e 4500 A.C. (MCCORRISTON, 1992), sendo contemporânea e apresentando muitas semelhanças com os hábitos da sociedade Samarra. Entre eles está o fato de que essa cultura foi, também, interpretada como uma de estrutura social igualitária (FRANGIPANE, 2009; ÖZBAL, 2010). Da mesma forma, o nome Halaf foi dado em homenagem ao sítio arqueológico onde foram encontrados os primeiros vestígios materiais desta cultura (MCCORRISTON, 1992). Sua estrutura social era baseada em pequenas comunidades que cooperavam entre si apresentando, provavelmente, uma certa integração regional (FRANGIPANE, 2009). Traço que, acredita-se, poderia ter sido herdado dos povos que ali viviam antes do aparecimento de Halaf (CAMPBELL et al., 1999).

Em geral, as vilas Halaf eram pequenas, raramente tendo mais do que dois ou três hectares (CAMPBELL et al., 1999), sua disposição semelhante entre as diferentes ocupações não apresentaram nenhum vestígio da existência de uma relação

hierárquica entre os indivíduos que a formavam. Entretanto, existem evidências de um local habitado pelos Halaf que chegou a ter 20 hectares de área (CAMPBELL et al., 1999), o que demonstra certa, ainda assim, a possibilidade da heterogeneidade entre as ocupações no período. Outro marco das construções dos Halaf foi o uso de poços para acumular e armazenar água, tornando sua agricultura de certa forma menos dependente do regime de chuvas da região (WILKINSON, 1990).

Embora para alguns autores (MCCORRISTON, 1992) as evidências arqueológicas indiquem muito pouco sobre a organização social dos povos da cultura Halaf além da forma de ocupação das vilas, outros autores entendem que tratavam-se de uma população crescente, a qual associada à estrutura social igualitária, deveria ter lidado com seu crescimento através da fissão dos grupos e da ocupação de novas áreas (FRANGIPANE, 2009), mantendo assim suas relações de igualdade. Outros, no entanto, vêem na superioridade tecnológica de Ubaid a razão para o desaparecimento de Halaf (CAMPBELL et al., 1999) que teria sido substituída por Ubaid conforme será visto a seguir. O que sabe-se, no entanto, é que foi entre os Halaf que surgiram as primeiras estruturas associadas a templos, marcando o aparecimento material da prática religiosa (OATES, 1978) e abrindo espaço para o que viria a ser parte importante dos processos de transformação social identificados na cultura que a seguiu.

A cultura Halaf assitiu ao desaparecimento da cultura Samarra, que teria dado origem à cultura Ubaid, conforme será apresentado aqui. A cultura Ubaid espalhou-se pela região sul e, posteriormente, para o norte da Mesopotâmia formando, pela primeira vez, uma única unidade cultural em toda a região (CAMPBELL et al., 1999). Acredita-se que os Halaf, diferentemente de Samarra, teriam sido incorporados pela cultura Ubaid, que era tecnologicamente mais avançada e alcançou contingentes populacionais mais significativos (CAMPBELL et al., 1999; GROSSMAN; HINMAN, 2013). Para Stein (2012), o avanço de Ubaid, que culminou com a assimilação da cultura Halaf, se deu em um processo pacífico de disseminação ideológica e identitária. Ao término desse processo de transformação, no norte da Mesopotâmia, a cultura Ubaid integrou diferentes

regiões e práticas de agricultura e domesticação, chegando a substituir quase totalmente a carne de caça em algumas regiões pelo consumo de animais domesticados (GROSSMAN; HINMAN, 2013).

3.2.2 A Cultura Ubaid

Aproximadamente entre 5.500 – 3.900 A.C. (HUOT, 1992; STEIN, 1996; 2012) a ocupação da Mesopotâmia foi unificada sob uma mesma cultura que ocupou as regiões norte e sul, formando a chamada Grande Mesopotâmia (CAMPBELL et al., 1999). O processo de ocupação Ubaid parece ter se originado a partir da cultura Samarra (AKKERMANS, 1989), tendo, então, se espalhado para as demais vilas da região, apontando para uma transição cultural que teria se dado, aparentemente, sem a imposição de guerras ou outras formas de violência e força (STEIN, 2012). A cultura Ubaid, assim como Samarra e Halaf, recebeu o nome da cultura material associada ao período (STEIN, 1994) - definida principalmente pela produção de cerâmica ornamentada (AKKERMANS, 1988; BEECH; AL-HUSAINI, 2005). Entre os marcos da cultura material Ubaid estão também as construções, tanto de suas habitações, como de seus templos, ou prédios públicos (BEN-SHLOMO; GARFINKEL, 2009; STEIN, 1994), assim como pelo aparecimento de selos (OATES, 1993) e certos tipos de ornamentos (STEIN, 2012).

O período Ubaid é central para este trabalho, pois representaria a cultura de transição na qual transformações políticas e econômicas emergiram – avaliadas pela hierarquização e a estratificação sociais – de forma mais marcantes culminando, por exemplo, na possível privatização da terra e da produção, que estariam associadas ao aparecimento da desigualdade material hereditária nesta sociedade (GRAHAM & SMITH, 2013). Embora ainda não exista consenso sobre essas possíveis transformações da organização social em Ubaid, os indícios arqueológicos apontam para o caminho sugerido por Graham & Smith (2013).

As escavações de Ubaid são marcadas por diferentes fases de cultura material, de maneira que o período total de cerca de 1500 anos de ocupação foi dividido em cinco diferentes fases: Ubaid 1-4, além de Ubaid 0, cujos sítios são menos diversos (Huot, 1992; Stein, 1994). Dada a riqueza dos estudos e as centenas de sítios escavados em Ubaid, sabe-se que, nos períodos iniciais, as pequenas aldeias e vilas não ocupavam mais de dois ou três hectares (WILKINSON; MONAHAN; TICKER, 1996). Entre os três sítios mais relevantes para o estudo da cultura Ubaid estão Oueili, Al' Ubaid – o sítio tipo – e Eridu (Figura 3.3). Este último aparece na literatura Suméria como representando uma das cidades mais antigas da história da Mesopotâmia, antecedendo a enchente mítica da região, vindo a ser a primeira cidade onde existiu um reinado (CURTIS et al., 2008).

Figura 3.3 – Adaptada de Stein (1996a)

O sítio de Eridu fica a apenas 20 km de distância de Ur (MOORE, 2002), sítio em que teria se originado a cultura Uruk. A importância desse sítio (Eridu), entretanto, vem do fato de nele ter sido encontrada a maior sequência da ocupação Ubaid, com evidências materiais da sua evolução desde sua configuração de vila até alcançar o estágio de cidade (MOORE, 2002). Eridu, segundo Huot (1992), apresenta traços de quatro dos cinco períodos de Ubaid: Ubaid 1 (5500 – 5000 A.C), Ubaid 2-3 (5000 – 4500 A.C.) e Ubaid 4 (4500 – 4000 A.C.). No início de

Ubaid 3, por exemplo, são encontrados em Eridu os primeiros templos, construções que só começam a aparecer ao norte da Mesopotâmia em Ubaid 4 (AKKERMANS, 1989). Informações mais detalhadas sobre Eridu podem ser encontradas nos trabalhos de Curtis et al. (2008) e Oates (1960).

Em Oueili foram encontrados indícios da relação entre Ubaid e Samarra (AKKERMANS, 1989), bem como vestígios do período de Ubaid 0 (STEIN, 1994). Os restos identificados de fauna e flora nesse sítio indicam que a agricultura era praticada desde o início da cultura Ubaid, contando com bois como animais de tração, cultivo de variedades tolerantes ao sal, como a cevada, e técnicas de irrigação, com canais construídos a partir dos rios Tigres e Eufrates (HUOT, 1989). Em Oueili também foram encontradas as habitações tripartidas, em forma de 'T', construídas no período da cultura Samarra (AKKERMANS, 1989). Essas habitações indicariam uma relação entre as culturas Samarra e Ubaid que se manteve, inclusive, até o período Uruk (AKKERMANS, 1989).

Enquanto alguns desses indicadores materiais permaneceram virtualmente inalterados ao longo de todo o período de transição cultural na Mesopotâmia (5.700 – 3.100 A.C.), outros foram menos resilientes ao tempo e às transformações culturais decorrentes de quase 2.500 anos de ocupação, como é o caso do estilo cerâmico que muda entre as culturas (BLACKHAM, 1996; CUTTLER, 2013; MCCORRISTON 1992), assim como teria sido a emergência da DMH. Embora Özbal (2010) não acredite que a desigualdade material hereditária tenha existido entre os Ubaid, para outros autores (AKKERMANS, 1989; ARBUCKLE, 2012; STEIN, 1994; 2011; 2012) as evidências arqueológicas parecem não deixar dúvidas de que ela estava presente nessas populações, principalmente no final do período de ocupação.

Para Özbal (2010), a falta de evidências explícitas de DMH, como artefatos e ornamentos de diferenciação, poderia ser explicada pela supressão intencional de tal desigualdade, explicada, talvez, pelo ineditismo do fenômeno para aquelas populações (AKKERMANS, 1989). Em outras palavras, não teria havido tempo suficiente para que marcadores sociais de elite fossem estabelecidos e

reconhecidos ou, então, poderia ter havido algum tipo de incômodo ou resistência por parte dos estratos mais baixos, uma vez que a institucionalização das diferenças dentro das vilas e adeias de Ubaid não haveria sido solidificada durante a maior parte do seu período (5.500 -3.900 A.C.) (ÖZBAL, 2010).

Segundo Stein (1994), foi somente ao final do quinto milênio A.C., no fim do período Ubaid, que o padrão de desigualdade começa a ficar mais evidente na cultura material registrada nos sítios arqueológicos. Nesse período, há registros de cemitérios com sepultamentos diferenciados e de cerâmicas altamente decoradas (STEIN, 1994). Entre os períodos de Ubaid 3 e 4 aparecem, também, evidências de especializações no artesanato, na metalurgia do cobre, nas tecnologias administrativas e alguns possíveis prédios públicos (STEIN, 2012). Cogita-se (STEIN 1994) que o surgimento de evidências de destruição violenta de construções no centro da vila de Susa seriam um indício de instabilidade política, decorrente do descontentamento referente ao surgimento de indivíduos detentores de uma riqueza material diferenciada, em detrimento da relativa igualdade comunitária que caracterizava as gerações Ubaid anteriores (AKKERMANS, 1989).

Um fato curioso na divisão entre a baixa (sul) e a alta (norte) Mesopotâmia está no aparecimento dos primeiros e principais indícios de estratificação social, que emergiram primeiro na região sul, como é o caso dos templos de Eridu, datados inicialmente em Ubaid 3. Indícios semelhantes só foram aparecer na região norte em Ubaid 4 (AKKERMANS, 1989). O mesmo aconteceu com as primeiras cidades Uruk, que também emergiram primeiro na região sul da Mesopotâmia (HUOT, 1992). Por outro lado, durante o período de Ubaid a densidade dos assentamentos foi maior na região norte do que na região sul da Mesopotâmia. Enquanto na região sul os registros arqueológicos indicam uma média de dispersão de um sítio para cada 59-157 km², ao norte a distância poderia variar de 7-10 km² (WILKINSON 2000).

Entre os indícios do processo de estratificação estariam, também, o controle sobre os recursos produzidos pela agricultura (ARBUCKLE, 2010), o aparecimento de

grandes prédios e as evidências do comércio de longa distância (GROSSMAN; HINMAN, 2013), as diferenças no tamanho das habitações, com variações de até três vezes o tamanho umas das outras (STEIN, 1996)², os selos que teriam sido utilizados para indicar posse, controle e poder administrativo (GROSSMAN; HINMAN, 2013), os primeiros monumentos (OATES, 1993), o padrão hierárquico entre vilas maiores e menores (BEN-SHLOMO; GARFINKEL, 2009; STEIN, 1994) e até mesmo as deformações cranianas que teriam sido praticadas para a diferenciação dos membros da elite (GROSSMAN; HINMAN, 2013).

O período Ubaid foi, portanto, um período de complexificação material e social. Além das habitações que parecem ter mudado de tamanho nas vilas, indicando padrões hierárquicos internos, as próprias vilas apresentavam entre si relações hierárquicas identificadas pela distância entre elas e, também, pelo seu tamanho relativo (STEIN, 1994). Outro indicador material importante desses processos, conforme já mencionado, teria sido o aparecimento dos templos, como o caso do templo de Eridu, sucessivamente reconstruído e modificado ao longo dos séculos, chegando a ser ocupado no período da cultura Uruk (OATES, 1960). Segundo Stein (1994) os registros arqueológicos dos templos demonstram seu crescimento em escala e, também, em termos de elaboração nas técnicas de construção, o que teria representado sua crescente importância dentro das dinâmicas e das estruturas sociais da época.

O aparecimento desses espaços públicos, ou coletivos, é um forte indício da complexificação social que estava em curso naquele período (GROSSMAN; HINMAN, 2013), uma vez que a utilização de espaços comuns poderia indicar a organização dos grupos para diferentes atividades que exigiam coordenação. Desde atividades de construção material até a realização de rituais, implicando na possível existência de indivíduos que conduziriam os encontros, centralizando atividades e mantendo certa distinção de relevância social, por exemplo. Em outras palavras, a existência dessas grandes estruturas poderia revelar os esforços coletivos que estariam associados à existência da coordenação de atividades

² Na média, uma habitação Ubaid possuía 240 metros quadrados (Stein, 1996).

sociais implícitas às estruturas hierárquicas, como vimos aqui no Capítulo 2 do presente trabalho (KAPLAN et al., 2009).

No final do período de Ubaid (3.900 A.C.), ao que tudo indica, a DMH já era um fator estruturante da organização social dos povos da Mesopotâmia, estabelecendo as bases para a emergência da primeira sociedade cuja estratificação estaria institucionalizada. Desta forma, Ubaid representaria o período de transição entre a fase caracterizada por relações sociais relativamente igualitárias – em Samarra e Halaf – e aquela caracterizada pela existência de desigualdade material hereditária e estratificação social. Esta última fase foi caracterizada pelo surgimento da cultura Uruk, a partir de 3.800 A.C. (STEIN, 1994).

3.2.3 A Cultura Uruk

A primeira cultura em que a desigualdade material estaria de fato institucionalizada pode ser diferenciada da Ubaid dada a sua cultura material específica e pelo fato de seus registros arqueológicos serem relacionados a uma fase histórica mais recente (JASON, 2010). Foi no período Uruk que emergiram as primeiras sociedades do tipo Estado, entre 3800 – 3100 A.C. (STEIN, 1994), assim como as primeiras cidades de que se tem registro, entre 3500 – 3200 A.C. (HUOT, 1992). No período, a transição da caça para o pastoralismo como mecanismo de obtenção de fontes proteicas parece ter se completado, dados os registros de porcos, gado bovino e ovelhas, chegando a representar 95% dos vestígios identificados em alguns desses sítios associados ao consumo de carne (WILKINSON, 1990).

Entre as heranças deixadas pelo período Ubaid estão as habitações em forma tripartida, as grandes construções públicas (AKKERMANS, 1989; OATES, 1960) que ganharam a função definitiva de templos, e o uso continuado dos selos (OATES, 1993) como parte da parafernália administrativa que teria sido utilizada para o acesso e controle dos recursos produzidos e consumidos no período Uruk. Autores como Algaze (2001), acreditam que Uruk representaria o fim de processos

iniciados no período anterior de Ubaid. Sendo um dos indicadores da grande complexidade cultural manifestada ao longo do período de Uruk a fabricação de cerâmicas idênticas em localidades que poderiam ter até 400 km de distância entre si, implicando em semanas de viagem para a manutenção do contato, que provavelmente era realizado com frequência (OATES, 1993).

Todavia, a existência de um controle da produção de recursos nas cidades Uruk parece não ter implicado em uma gestão completamente centralizada, o que seria um indício da sua estrutura desigual ter caráter diferente ao das Chefias. Conforme Pollock et al.(1996), são poucas as evidências de uma única instituição central que controlaria toda a produção econômica do Estado, de maneira que não haveria uma entidade central de controle social. Para esses autores, a produção de recursos ainda se encontrava relativamente descentralizada, organizada em conjuntos produtivos e grandes unidades familiares, que detinham sua própria mão-de-obra, e a coordenação das atividades se dava de maneira setORIZADA e controlada pela elite local.

Entre as inovações da cultura Uruk está a sua expansão geográfica e colonização de outras áreas e vilas (JASON, 2010). Ao que parece, esse processo foi bastante diferente da expansão de Ubaid sobre Halaf, por exemplo. A difusão da cultura Uruk para novas localidades parece ter sido fruto de um esforço direcionado e intencional de expansão do controle dos recursos e, possivelmente, do comércio entre diferentes regiões da Mesopotâmia. Tal expansão pode não ter envolvido o uso de força, representando um momento inédito para a história evolutiva humana, em que a expansão foi acompanhada de *“ideologies, trading network, economy and production in both north and south Mesopotamia”* (SANDSAL, 2011, p. 180).

3.3O CONTEXTO ECOLÓGICO DA MESOPOTÂMIA

A região da Mesopotâmia ocupada ao longo do período Ubaid (5500 – 3900 A.C.) compreende uma área ampla, que envolve diferentes contextos ecológicos e

climáticos. Em termos gerais, é dividida em duas regiões ecológicas, ao norte e ao sul, diferenciadas pelo regime de chuvas e pela relação com os grandes corpos d'água (WILKINSON, 2000). Os rios Tigres e Eufrates marcam a paisagem e influenciam diretamente nas melhores áreas de cultivo e ocupação, fornecendo água para as tecnologias de irrigação que eram utilizadas na região sul. O clima preponderante na região é o árido e semiárido, o que limitaria a produtividade da agricultura local, caso técnicas de irrigação não fossem utilizadas (STEIN, 1994). De acordo com Huot (1992):

“[t]he geography of the lower Mesopotamia plain is unique. Shaped like a gutter between the Zagros Mountains and the Arabian plate, this is the real Mesopotamia. Annual rain fall average less than 150 milimeters, and anything that grows has to be watered; the rainfall is too irregular, too short and altogether insufficient for any other kind of cultivation” (p. 190).

Para o autor (op.cit.) a presença de grandes planícies para o cultivo eram escassas no mundo antigo e, de uma maneira geral, o ambiente era hostil, e as planícies eram salinizadas e pantanosas. Todavia, embora a planície da baixa Mesopotâmia pudesse parecer homogênea e uniforme, na realidade a paisagem se parecia mais com um mosaico composto de barragens, bacias de inundação e pântanos localizados nas margens ribeirinhas (WILKINSON, 2000).

A região sul, conhecida como baixa Mesopotâmia (STEIN, 2012), foi majoritariamente ocupada nas proximidades dos grandes rios e nos aluviais. O estabelecimento dos assentamentos próximos aos corpos d'água permitiu o cultivo com o auxílio da irrigação por canais (STEIN, 1994). Conforme mencionado anteriormente, o uso de tração animal e o cultivo de variedades resistentes ao solo salino (STEIN, 1996) demonstram a capacidade de manipulação e controle do ambiente das culturas que lá viveram.

A diversidade paisagística da baixa Mesopotâmia parece ter influenciado a disposição das ocupações e das vilas no período Ubaid, conforme Wilkinson (2000), encontradas de forma bem dispersa, com algumas vilas podendo ter chegado a até 20 hectares de área. Para o autor (op.cit.), o acesso aos pontos onde havia disponibilidade de água, nas proximidades dos rios ou nas planícies de

inundação (usadas para pastagem), somado aos solos bem drenados, formavam uma combinação que fazia da baixa Mesopotâmia uma região propícia aos assentamentos humanos. A principal atividade produtiva no período Ubaid foi a agricultura, complementada pelo pastoreio, a caça e a pesca (HUOT, 1992). Em Oueili, por exemplo, o principal cultivar era a cevada (*Hordeum vulgare*), enquanto o trigo (*Triticum monococcum*) tinha um papel secundário. As fontes de proteína (e complementares de energia) vinham da criação de gado bovino e de suínos, deixando a caça com um papel de segunda importância (HUOT, 1992).

Os povos assentados na região alta (norte) da Mesopotâmia, ao contrário do sul, tinham como sua base de subsistência a agricultura extensiva dependente da chuva, de forma que não são encontradas tecnologias ligadas à distribuição das águas dos grandes rios nos sítios arqueológicos, mas somente indícios do uso de poços d'água (WILKINSON, 1990). A região tinha uma média de precipitação de cerca de 250mm – 350mm/ano (WILKINSON, 2000; WILKINSON; MONAHAN; TUCKER, 1996), e os povos que a ocuparam cultivavam trigo, cevada e leguminosas, dispondo, também, da criação de animais para complementar a dieta dos indivíduos (WILKINSON, 2000).

Em algumas partes da região norte, a presença de gado bovino, suínos e ovelhas (WILKINSON; MONAHAN; TUCKER, 1996) indica a necessidade dos pastos para a criação de animais. Entretanto, a presença no registro arqueológico de animais de caça, como as gazelas, raposas e tartarugas, junto de restos de peixes, evidenciam a dieta diversificada dos Ubaid da parte norte da Mesopotâmia (BEECH; AL-HUSAINI, 2005). A proporção da carne de caça, no entanto, era pequena quando comparada aos animais de criação - o que parece deixar claro que a prática da caça e, também, da coleta, no período, era pouco representativa (BEECH; AL-HUSAINI, 2005). Assim, embora sejam encontrados registros de consumo de animais oriundos da caça na região, a presença majoritária de animais de criação no registro pode ser um indício de um maior custo benefício no cuidado de porcos e bois, dada a baixa disponibilidade da fauna local.

Concluindo, as diferenças ambientais entre a baixa e a alta Mesopotâmia parecem se refletir na estrutura social dos povos que ocuparam essas regiões. Ao que parece, o processo de estratificação social foi relativamente menos marcante na parte alta da Mesopotâmia, quando comparada com as transformações vividas no sul (AKKERMANS, 1989), onde as condições podem ter sido mais difíceis devido aos solos menos propícios e mais esparsos para o cultivo em larga escala. No norte, a presença de solos mais argilosos pode indicar uma maior fertilidade (WILKINSON; MONAHAN; TUCKER, 1996) e um ambiente mais homogêneo, dada a maior ocorrência de ocupações humanas separadas por curtas distâncias (WILKINSON, 2000). No sul, o ambiente seria mais recortado, forçando uma ocupação mais esparsa. A necessidade de um maior esforço produtivo coletivo para garantir a manutenção das populações na região sul, que demandava papéis sociais de coordenação (HUOT, 1992), pode ter contribuído diretamente para que a DMH tenha emergido previamente na baixa Mesopotâmia.

3.4 O CONTEXTO SOCIAL NA MESOPOTÂMIA

Conforme evidenciado pelo levantamento bibliográfico acerca da emergência da desigualdade material hereditária na Mesopotâmia, pode-se notar que a dinâmica de ocupação do espaço e a relação ecológica desenvolvida pelos diferentes povos ao longo de mais de 2.500 anos (5.700 – 3.100 A.C.), de Samarra/Halaf até Uruk, indicam a ocorrência de significativas transformações culturais, sociais e comportamentais. Partindo de configurações relativamente mais simples (Samarra/Halaf) e chegando a níveis de organização mais complexos (Uruk), o processo pode ser analisado de forma unificada, e seu estágio final culminaria no aparecimento das primeiras cidades (HUOT, 1992), no uso de prédios públicos para fins rituais (BEN-SHLOMO; GARFINKEL, 2009), no controle do superávit por parte de uma elite (STEIN, 1994) e na manutenção da desigualdade entre estratos sociais (STEIN, 2012).

Em Samarra e Halaf (6º - 5º milênios A.C.), a organização em pequenos grupos de algumas dezenas de indivíduos, habitando localidades fixas, indica que o sedentarismo já estava presente, o que pode ser evidenciado pelas habitações construídas com tijolos e os poços de extração de água, típicos da alta Mesopotâmia no período (WILKINSON, 1990). As evidências encontradas de mobilidade parecem decorrer do crescimento e da fissão dos grupos (FRANGIPANE, 2009). A homogeneidade das habitações e o *kit* de ferramentas relativamente simples somam-se a outros fatores, como a ausência de sepultamentos ornamentados e artefatos sociais que diferenciam os indivíduos socialmente (FRANGIPANE, 2009), indicando a provável ausência da DMH entre estes povos.

No período, mesmo que a prática do nomadismo, da caça e da coleta tivessem sido parcial ou completamente substituídos pela produção alimentar, as estruturas sociais ainda não apresentavam estratificação (FRANGIPANE, 2009). Em termos da produção vegetal, não é possível afirmar se o plantio era realizado de maneira coletiva ou separadamente pelas unidades familiares, como faziam as tribos de horticultores. Entretanto, a ausência de construções comuns, como os prédios públicos e os canais de irrigação, que aparecem somente ao final do período Samarra (HUOT, 1992), apontam para uma comunidade possivelmente pouco hierarquizada. A homogeneidade entre as vilas e aldeias, que de forma geral não passavam de 3 hectares cada (CAMPBELL et al., 1999), parece reforçar a hipótese de que não havia uma relação hierárquica entre as mesmas.

Ao final do período Samarra (5300 A.C.), a cultura Halaf permanece ocupando a região norte da Mesopotâmia, e o surgimento da cultura Ubaid coloca em andamento um novo processo ou uma nova etapa do processo de evolução cultural regional. Com o tempo, e sem explicação conhecida até o momento, os primeiros Ubaid substituem os Halaf, que desaparecem do registro arqueológico (4500 A.C.) (CAMPBELL et al., 1999). Embora não esteja claro na literatura levantada (FRANGIPANE, 2009), o primeiro fator social de causalidade a ser considerado aqui é o crescimento da população humana na região, como um todo. Ao longo do período Ubaid, é visível o crescimento no tamanho e no número de vilas

(WILKINSON, 1990). Entretanto, a homogeneidade interna ainda deve ter predominado, apesar do aparecimento das construções públicas e do possível crescimento da dependência dos canais de irrigação na região sul (STEIN, 1996). Ao longo do período que vai de Ubaid 0 a 3 (5.500 – 4.500 A.C.), parece ser possível detectar o começo do crescimento do grau de hierarquia entre os diferentes grupos, evidenciados tanto pelo aparecimento de relações hierárquicas entre os diferentes sítios, quanto pela necessidade de maior coordenação das atividades para a construção de infraestrutura de uso comum (AKKERMANS, 1989).

Diferenças entre o tamanho das habitações poderiam indicar uma estratificação incipiente, porém parece ainda não ter existido uma diferenciação em subgrupos distintos, como aqueles comumente denominados de elite dada a ausência, por exemplo, de marcadores ou selos comuns entre grupos empreendedores. O que parece ter ocorrido é o crescimento e a complexificação das relações sociais, com possíveis relações de subordinação entre vilas, e o possível aumento das trocas de longa distância (GROSSMAN; HINMAN, 2013).

Ao final do período de Ubaid (3900 A.C.) parece ocorrer, então, uma transformação nas relações sociais em uma nova escala, quando emerge entre Ubaid 3 e Ubaid 4 (4.500 A.C. – 3.900 A.C.) um novo código social expresso na vestimenta acompanhada de artefatos exóticos de cobre, e na própria fisionomia dos indivíduos, visível nas deformações cranianas (STEIN, 2012). Novos papéis sociais teriam assumido posições hierárquicas mais centrais dentro da sociedade, institucionalizando as diferenças que provavelmente, neste ponto, já eram reconhecidas pelos diferentes grupos.

Essas transformações, com o surgimento da coordenação dos papéis sociais, das atividades especializadas e da diferença no acesso aos recursos, ocorrem na fase final da cultura Ubaid, logo antes de seu desaparecimento do registro arqueológico no ano 3800 A.C. (STEIN, 1994). O uso cada vez mais acentuado dos selos, na cultura Ubaid, indica que provavelmente o controle dos recursos era setorizado e reduzido aos diferentes grupos corporativos ou a unidades familiares específicas

(OATES, 1993). Este sistema teria evoluído para o controle explícito dos excedentes da produção, na cultura Uruk, que fluiriam em direção a uma unidade administrativa centralizadora, controlada por uma elite social (POLLOCK et al., 1996). Mesmo que ainda pudesse ter havido alguma descentralização da produção, o controle administrativo já deveria ser capaz de direcionar a produção de diversas famílias para uma mesma finalidade.

3.5A IMPORTÂNCIA DA REGIÃO MESOPOTÂMICA

Entender o processo de evolução social ocorrido na Mesopotâmia há mais de 6.000 anos atrás não é tarefa fácil, e continua intrigando a Arqueologia. Mesmo com a análise da literatura levantada neste trabalho, muitas questões permanecem sem resposta como, por exemplo, o papel que as tecnologias de estocagem tiveram na mudança das relações sociais, ou o que representariam exatamente as primeiras construções públicas que emergiram nas vilas Ubaid. No entanto, a Mesopotâmia é provavelmente a região mais escavada do mundo e as informações geradas pelos sítios nos dão pistas de como seria a vida dos povos que habitaram a região durante um período tão rico na história evolutiva humana.

A Mesopotâmia é, até onde se conhece, o lugar onde a estratificação social apareceu pela primeira vez em nossa história evolutiva, o que não significa que a região apresente, necessariamente, alguma singularidade que mereça separá-la de outros lugares do globo nos quais o processo também teria ocorrido sem que houvesse contato com outras sociedades já estratificadas. Todavia, a Mesopotâmia certamente se diferencia pela riqueza de estudos arqueológicos já realizados, que permitem detalhar melhor as transformações culturais ocorridas.

A partir da análise dos diferentes fenômenos que compuseram essa transformação, avaliando-se contextos ecológicos e também econômicos, foi possível identificar algumas das dinâmicas envolvidas na produção de alimentos, baseada na domesticação vegetal e animal. Conforme colocado anteriormente, o cultivo de

plantas no período já constituía a parte mais significativa da produção de alimentos para o consumo das populações humanas (HUOT, 1992), e os animais de criação já representavam mais de 80% da dieta proteica dos povos mesopotâmicos. Embora o surgimento de técnicas de estocagem não tenha sido mencionado em nossa análise, isso se deve ao fato de que essas práticas foram desenvolvidas antes do período avaliado, ou seja, pré-Samarra, próximo do aparecimento das primeiras cerâmicas no registro arqueológico ca. 6000 A.C. (HUOT, 1992). Por essa razão, entende-se que a tecnologia de estocagem tenha contribuído para o processo de transição de interesse deste trabalho, devendo ser incorporada no modelo construído e apresentado no Capítulo 5.

Com a análise das culturas Samarra, Halaf, Ubaid e Uruk foi possível perceber a grande quantidade de variáveis que estão envolvidas nos processos de estratificação social e surgimento da DMH e, também, o tempo que as transformações levaram para ocorrer. Ficou claro que a evolução cultural se dá em um *continuum* e que, em nosso recorte metodológico, poderíamos ter incluído a origem da cerâmica e até a própria Revolução do Neolítico. Porém, dado nosso interesse voltado ao recorte temporal específico em que teriam se dado os processos de transição, período em que surgiram os diferentes indicadores materiais, mantivemos a análise centrada em Ubaid.

Para que seja possível isolar as variáveis que estamos buscando para compor um modelo baseado em agentes que simule a emergência da estratificação social e da DMH, apresentaremos a seguir um outro caso de emergência da desigualdade material hereditária, que ocorreu em um contexto social e ecológico distinto.

Na Costa Noroeste do continente norte-americano a domesticação vegetal não fez parte da evolução cultural local, e a maior circunscrição das ocupações humanas torna mais fácil sua localização geográfica. O processo foi descrito de maneira semelhante àquele feito para a Mesopotâmia, para que os pormenores do fenômeno fossem conhecidos. Quando contrastados entre si, os dados levantados nos dois estudos de caso permitiram que delimitássemos os parâmetros que poderiam estar influenciando os processos de surgimento da DMH em regiões tão

distintas, e que foram utilizados na construção e na simulação de nosso modelo, descrito no Capítulo 5.

3.6O PROCESSO DA COSTA NOROESTE

Os povos da Costa Noroeste da América do Norte passaram por diferentes transformações que mudaram seus hábitos e suas estruturas sociais, ao longo do período entre 11.000 A.C. (CARLSON, 2010) e a chegada dos colonizadores europeus ao continente por volta de 1720 D.C. (ANDREFSKY, 2004). Cerca de 8.000 anos após a chegada do *Homo sapiens* à América do Norte, o nomadismo dos primeiros grupos que alcançaram a Costa Noroeste foi sendo paulatinamente substituído por assentamentos semi-sedentários e, posteriormente, sedentários (CHATTERS, 2004), que possuíam um maior domínio das variáveis ambientais. As estruturas sociais igualitárias que caracterizaram as ocupações iniciais foram se transformando com o aprofundamento dos processos de hierarquização e a emergência da estratificação social - que chegou a contar com escravos (AMES, 2001). As primeiras evidências de distinção social na Costa Noroeste datam de pelo menos 2.000 A.C., e o aparecimento das elites de pelo menos 1.000 A.C. (AMES, 1995). O processo de complexificação social continuou de forma que, quando a colonização europeia chegou à Costa Noroeste, as redes de troca estavam estabelecidas, inclusive com o uso de uma espécie de moeda (MOSS; ERLANDSON, 1995).

O processo de ocupação e evolução social ocorrido na Costa Noroeste não teve suas fases tão claramente delimitadas, como no caso da Mesopotâmia (Ubaid 0-4). A partir de 3.000 A.C., por exemplo, os diferentes grupos passam a ser reconhecidos por sua cultura material distinta, e denominados de acordo com os diversos locais que ocupavam: Rio Columbia, Rio Fraser, Canal de Santa Bárbara, Columbia Britânica, Platô Canadense e Golfo da Geórgia (AMES, 1981; 2001; CARLSON, 2010; CHATTERS; PRENTISS, 2005; MOSS; ERLANDSON, 1995;

ROUSSEAU, 2004). Diferentes autores datam e classificam as etapas evolutivas de cada grupo segundo critérios próprios, o que pode causar alguma confusão.

Neste trabalho para os devidos fins de simplificação, separamos a apresentação do histórico da Costa Noroeste entre o período das primeiras migrações (11.000 A.C.) e o período em que começam a emergir as transições nas formas de organização na região (3.000 A.C.). As diferentes classificações específicas de cada autor serão respeitadas, sendo apresentadas conforme as regiões forem discutidas. Entretanto, não nos proporemos, aqui, a unificar os períodos de transição, ou mesmo, a adotar uma única classificação para a compreensão geral. Além da existência de diferentes sistemas de classificação temporal das fases de evolução social dos grupos da Costa Noroeste, também não existe consenso quanto à sua abrangência geográfica.

A Costa Noroeste, assim, é descrita na literatura de duas formas diferentes. Alguns autores (AMES, 1995; MOSS; ERLANDSON, 1995) consideram a Costa Noroeste como a região que se estende da fronteira dos Estados Unidos com o México até a ponta da península do Alasca, compreendendo cerca de 7.500 km de costa e pouco mais de 30 graus de latitude. Enquanto outros, como Ames (1981) dividem a Costa Noroeste em duas áreas: uma que vai de Puget Sound, região onde fica atualmente o estado americano de Washington, até o Alasca; e outra que é considerada uma extensão cultural da Costa Noroeste encontrada mais ao sul, compreendendo os estados de Oregon e da Califórnia. Aqui, considerarmos a distinção de Ames (1981), que entende a Costa Noroeste como sendo o território que vai de Washington até o Alasca (Figura 3.4) e, desta maneira, trataremos a região que envolve os povos da Califórnia como uma extensão cultural da Costa Noroeste, uma vez que os processos de ocupação e evolução cultural parecem ser comuns.

Figura 3.4 – Costa Noroeste, mapa adaptado da internet ³

3.6.1 As Primeiras Migrações (11.000 A.C.)

Entre as últimas áreas do planeta a serem alcançadas pela espécie humana estão as Américas. A história de ocupação da Costa Noroeste está diretamente relacionada às migrações que levaram a espécie humana ao continente norte-

³ <http://thejesusquestion.org/2013/03/07/depictions-of-jesus-in-northwest-coast-art/>

americano há mais de dez mil anos atrás, aproximadamente na mesma época em que a Revolução do Neolítico ocorria em outras regiões, incluindo a Mesopotâmia. Estima-se que os primeiros grupos que chegaram ao continente americano tenham vindo pelo Noroeste, mais especificamente pelo Alasca (CARLSON, 2010; DIAMOND, 1997). A travessia a partir do continente asiático teria sido possível graças à Última Glaciação Máxima, quando o nível do mar atingiu cotas mais baixas, permitindo o surgimento de uma ligação por terra entre o extremo leste asiático e a costa oeste do Alasca. Devido às condições na área, essa passagem, conhecida como a Ponte de Terra Beriginiana (CARLSON, 2010; DIAMOND, 1997), teria sido utilizada pelos grupos humano para alcançar a Costa Noroeste. Os primeiros povos descenderiam de culturas da Sibéria, como os Dyuktai e os Ushki, possíveis responsáveis por esta migração realizada há cerca de 11.000 A.C. (CARLSON, 2010) (Figura 3.5).

Figura 3.5 – Imagem adaptada da internet⁴, região onde teria se formado o Estreito de Bering

A teoria mais comum para a ocupação da costa oeste do Alasca baseia-se na migração dos caçadores de grandes presas (MOSS; ERLANDSON, 1995). A tese

⁴ <http://www.sldinfo.com/the-bering-strait-choke-point-of-the-future/>

prediz que a migração de grandes mamíferos teria sido acompanhada por grupos humanos que encontrariam nas Américas um território cuja riqueza de recursos teria favorecido seu estabelecimento e multiplicação, enquanto os grandes mamíferos, como mastodontes e mamutes, foram levados à extinção pela sobre-caça. Segundo Moss e Erlandson (1995), esses primeiros povos da Costa Noroeste compartilhavam não só a origem com os povos do Nordeste Asiático como, também, sua ampla adaptação aos recursos naturais marinhos como peixes, mariscos, mamíferos e aves marinhas, o que poderia ter explicado o sucesso desses caçadores e coletores no novo ambiente.

A primeira cultura reconhecida pelo registro arqueológico no período que se segue à colonização da América do Norte foi denominada *Old Cordilleran* (AMES, 1981), tendo ocupado a região entre 7 mil e 3 mil A.C. Esta cultura foi reconhecida por sua mobilidade residencial e um sistema de subsistência baseado no consumo imediato (CHATTERS; PRENTISS, 2005), isto é, sem a existência de qualquer tecnologia de estoque. Entre os principais recursos explorados por esses caçadores e coletores estavam o Wapiti, um tipo de cervo (*Cervus canadensis*), o salmão (*Oncorhynchus spp.*) e algumas espécies de moluscos (AMES, 1981). Esses povos foram, portanto, caçadores-coletores não complexos, ou seja, apresentavam um alto grau de mobilidade, e estruturavam-se em pequenos grupos de organização social igualitária (ARNOLD, 2004; CARLSON, 2010). Ao longo de todo o período, somente dois vestígios de habitações foram encontrados nos registros arqueológicos (CHATTERS, 2004).

Os *Old Cordilleran* ocuparam a Costa Noroeste até cerca de 3.600 A.C. (CHATTERS; PRENTISS, 2005), em um período que foi marcado pela grande homogeneidade dos diferentes grupos, que não se limitaram apenas à exploração da costa, mas também teriam explorado o interior do continente, mantendo uma cultura material amplamente uniforme (ANDREFSKY, 2004). Durante o período, os grupos de humanos apresentaram pouca ou nenhuma evolução cultural, no sentido de mudanças comportamentais relevantes que pudessem ter sido percebidas no registro arqueológico (ANDREFSKY, 2004). A partir de 3.000 A.C., no entanto, as mudanças parecem ter acontecido, de maneira relativamente rápida, e os registros

materiais mostram que 2.500 anos de inovações foram o suficiente para que tais culturas transformassem suas organizações sociais de grupos igualitários para sociedades complexas e estratificadas (AMES, 2003; GRIER, 2014), conforme será visto a seguir.

3.6.2 O Período de Transição (3000 A.C. – 1720 D.C.)

Quando o período Arcaico Tardio chegou ao fim (ca. 3000 A.C.), os seres humanos já ocupavam toda a costa do continente norte-americano, desde o Alasca até onde fica atualmente o estado da Califórnia (Figura 3.6) (MOSS; ERLANDSON, 1995). Diferentes grupos haviam se adaptado e controlavam regiões distintas em busca de recursos. Entre as principais inovações desse período de transição, está o aparecimento das tecnologias de estoque que tornaram possível o consumo adiado do que era caçado e pescado, e o aparecimento das primeiras habitações. As casas em forma de poço eram construídas parcialmente dentro da terra (AMES, 2003; KUIJT; PRENTISS, 2004), formando as primeiras vilas de inverno (CHATTERS, 2004).

As vilas eram utilizadas nos períodos mais frios do ano, em que a mobilidade para a busca de recursos era dificultada, caracterizando um modo de vida semi-sedentário, dependente dos recursos estocados em períodos do ano mais favoráveis (CHATTERS, 2004). Nessa fase, surgem os sambaquis (AMES, 1981), grandes acúmulos de resquícios materiais derivados do consumo, registros arqueológicos que decorrem de maiores densidades populacionais para serem formados, assim como de menores níveis de mobilidade. Nesses locais pode-se inferir a dieta dos grupos, quais espécies estariam sendo procuradas, qual o tipo de tratamento que elas estariam recebendo e como os padrões de consumo variariam no espaço e no tempo (AMES, 1994; ERLANDSON, 1988).

Figura 3.6 – Áreas ocupadas na Costa Noroeste, retirado de Ames (2003)

Nesse período, ao contrário do anterior (11.000 A.C. – 3.000 A.C.), os diferentes grupos passam a ser distinguidos uns dos outros em termos da cultura material (ANDREFKY, 2004), passando a ser reconhecidos pelos pesquisadores dados os nomes dos diversos locais que ocupavam cada um dos grupos. Entre eles estão o Rio Columbia, o Rio Fraser, o Canal de Santa Bárbara, a Columbia Britânica, o Platô Canadense e o Golfo da Geórgia (AMES, 1981; 2001; MOSS; ERLANDSON, 1995; ROUSSEAU, 2004). Para Ames (1981), as tecnologias desenvolvidas nessa época continuaram a ser usadas até o período do contato com os europeus, sendo descritas em inúmeras etnografias (ADAMS, 1981; KRECH, 1980; STRONG, 2005). Além das habitações em forma de poço, o uso de *piercings* marca o

aparecimento de indicadores materiais de diferenciação entre indivíduos (MITCHEL, 1990; MOSS; ERLANDSON, 1995). Os primeiros *piercings* eram utilizados nos lábios e bochechas por cerca de 10% da população, tanto por homens, quanto por mulheres (AMES, 2003). Em algumas regiões, o uso de piercings foi substituído pela prática de deformação craniana como forma de distinção social (MOSS; ERLANDSON, 1995). Estes diferentes indicadores de evolução cultural estariam associados ao processo de complexificação social, ao surgimento de hierarquias e à emergência da estratificação social (MOSS; ERLANDSON, 1995).

A transição para a DMH encontra-se associada, segundo a literatura (AMES, 2001; 2003; GRIER, 2014), à intensificação da exploração de salmão, embora alguns autores questionem essa relação (GRIER, 2014). O salmão esteve presente na dieta dos povos da Costa Noroeste desde, pelo menos, 9 mil A.C. (AMES, 1981), o que demonstra a relevância dessa fonte de energia para a sobrevivência dos grupos humanos na região. Entretanto, a estocagem e a intensificação da sua captura aparecem no registro arqueológica somente a partir de cerca de 2 mil a.C. (AMES, 2001), coincidindo com as mudanças na cultura material e na organização social. Não é por acaso que as primeiras vilas aparecem associadas aos grandes rios da Costa Noroeste (PRENTISS; KUIJT, 2004). A coleta e a estocagem desses peixes requeriam um grande investimento em termos de trabalho, uma vez que, em um ano produtivo, a quantidade de peixes seguindo o fluxo migratório rio acima era provavelmente maior do que se conseguia capturar. Portanto, o retorno em termos de pescado poderia ser diretamente proporcional à quantidade de esforço dispendido na coleta (JOHNSON; EARLE, 2000).

Uma série de artigos publicados recentemente (DEUR et al., 2015; THORNTON, 2015; THORNTON et al., 2015), realizados com base na etnografia de populações indígenas que descendem desses povos que realizaram a transição na qual estamos interessados, trouxe novos *insights* sobre a relação entre o salmão e os grupos humanos. As pesquisas apontam não só para a presença determinante do salmão como fonte de energia na dieta, mas também para mudanças nas formas de obtenção do recurso. As evidências mostram que aqueles povos passaram da

simples coleta do pescado durante o período migratório para o manejo, através de alterações no ambiente, de maneira a influenciar diretamente a produção de salmão. Como colocam Thornton et al. (2015), o manuseio entre as tribos *Tsimshian* envolveu um esforço consciente de modificar o caminho de passagem do salmão, usando técnicas que poderiam datar do período aqui em questão. Entre as técnicas que eram empregadas pelas tribos estariam a transposição de ovas e de indivíduos adultos para enfrentar a escassez de pescado em locais específicos, além da colocação proposital de carcaças de peixes em áreas de menor fluxo, prática que para as tribos estudadas influenciaria a restauração dos estoques de peixes.

Deur et al. (2015) relatam que, entre alguns grupos indígenas descendentes desses povos, existe o reconhecimento explícito de dois tipos de grupos de moluscos, os encontrados naturalmente no ambiente e aqueles cuja disposição espacial estaria diretamente relacionada à prática intencionada do manejo, demonstrando que a capacidade de manuseio dos recursos ambientais pode não ter se limitado somente aos peixes, mas incluiria também os invertebrados utilizados para consumo. Estes indícios poderiam apontar para o crescimento do domínio destas tribos frente aos recursos naturais dos quais dependiam, inserindo no cenário teórico a possibilidade de interferência direta na produtividade do meio.

Ainda não existe consenso, porém, quanto à importância do manejo de recursos alimentares para a complexificação social (THORNTON, 2015). Embora seu consumo exigisse uma coordenação de diferentes papéis e atividades, de maneira a obter o maior retorno energético possível. Mesmo que a criação de moluscos e peixes não tenha ocorrido entre os grupos pré-históricos, o que parece clara é a relação entre a pesca, a estocagem do salmão e a complexificação social dos grupos (CANNON; YANG, 2006; CHATTER;& PRENTISS, 2005; CHATTERS, 1995). O salmão é um recurso de ocorrência previsível, tanto espacial como temporalmente, e sua produtividade deve ter sido suficiente para alimentar os grupos que se organizavam e detinham a tecnologia adequada para tal (GRIER, 2014).

O processo de complexificação social ocorrido na Costa Noroeste parece ter variado de acordo com a localidade dos grupos (ANDREFSKY, 2004), e as evidências arqueológicas são usadas por diferentes autores para definir as etapas do processo, em cada região. Ames (2003), separa a ocupação da Costa Noroeste entre Pacífico Inicial (4400 – 1800 A.C.) com o aparecimento de cemitérios, enterramentos distintos, e guerras; e o Pacífico Médio (1800 A.C. – 200-500 D.C.), quando teria havido um aumento do sedentarismo, o surgimento das primeiras vilas, das técnicas de estocagem e, também, da desigualdade social permanente. A cultura da região definida por Andrefsky (2004) no Platô Columbia (Figura 3.7) foi dividida por ele em quatro diferentes períodos históricos: (1) Paleoarcaico (9000 – 6000 A.C.), marcado pelos primeiros caçadores-coletores das Américas; (2) o Arcaico Inicial (6000 – 3000 A.C.), identificado por uma relativa uniformidade cultural e pelos padrões de extensa mobilidade; (3) o Arcaico Médio (3000 A.C. – 0 A.C.) em que apareceram habitações, áreas de estoque e a houve uma intensificação do consumo de salmão; (4) Arcaico Tardio (0 A.C. – 1720 D.C.), quando surgiram as vilas com até cem habitações, claramente associadas ao manejo e o processamento dos peixes anádromos, como é o caso do salmão.

Figura 3.7 – Área de ocupação do Platô Columbia, imagem retirada de Andrefsky (2004)

Entretanto, de acordo com a literatura levanta, a divisão temporal mais debatida e definida para o processo de transição da organização social dos grupos está na região da Georgia. De acordo com Mitchel (1990), a ocupação da Georgia pode ser dividida entre as fases Charles (4500-1200 A.C.), Locarno (1200 – 400 A.C.), Marpole (400 A.C. – 400 D.C.) e Estreito da Georgia (400 – 1800 D.C.). Charles parece ter sido um período de maior igualdade, devido à ausência de indicadores de diferenciação social e maior mobilidade geográfica, mas as evidências arqueológicas do período ainda são relativamente escassas. A fase de Locarno, conhecida como Praia Locarno (Locarno Beach), situa-se entre 1200 e 400 A.C. (MITCHEL, 1990; MONKS; ORCHARD, 2011; MOSS; ERLANDSON, 1995), podendo ter se iniciado mais cedo, em 1750 A.C. (CHATERS; PRENTISS, 2005). Este período foi marcado pelo aparecimento do uso de arpões, pela indústria de ardósia (AMES, 1981), utilizada para a confecção de facas, e pelo surgimento da estratégia de consumo adiado, isto é, o aparecimento das técnicas e tecnologias de estocagem, principalmente de peixes (CHATERS; PRENTISS, 2005). O salmão

foi o peixe mais encontrado entre os registros arqueológicos do período, sendo que a ausência da cabeça dos peixes nos registros indica que estes receberam um tratamento específico para sua conservação (MOSS; ERLANDSON, 1995). Embora o período mencionado apresente arranjos ainda igualitários (MITCHEL, 1990), para Moss e Erlandson (1995) ele marca a transição das populações da Georgia para a fase seguinte.

O período conhecido como Marpole teve seu início em torno de 400 ou 950 A.C. (AMES, 1981) embora alguns autores ainda prefiram 3.000 A.C. (MOSS; ERLANDSON). De qualquer forma, trataremos esta fase como a sucessora do período identificado em Locarno, assumindo o início de Marpole em 400 A.C. O período é caracterizado pela existência de inúmeras evidências de complexidade cultural, com a arte zoomórfica, uso diferencial de piercings (AMES, 1981), facas de ardósia mais delicadas, arpões com ponta farpada, martelos de mão, pedras perfuradas utilizadas para afundar redes e até tigelas antropomórficas (MOSS; ERLANDSON, 1995). Ainda mais marcantes foram as deformações cranianas e a elaboração dos sepultamentos (AMES, 1981), alguns acompanhados de adornos feitos de dentália – um tipo de concha retirada de moluscos da família Dentaliidae – além de conchas peroladas, indicando um tratamento diferencial (MITCHEL, 1990). Embora não haja consenso (GRIER, 2014), em Marpole a desigualdade material hereditária parece já estar presente. Em outra região, no Platô Canadense, por exemplo, o processo de complexificação social acompanhou o processo descrito aqui para a Georgia, sendo o ápice desta transição alcançada em momento histórico coincidente a Marpole (ROUSSEAU, 2004).

3.7 O CONTEXTO ECOLÓGICO DA COSTA NOROESTE

A região que compreende as áreas geográficas e de assentamento das culturas da Costa Noroeste (conforme a definição aqui adotada, ver acima), compreende uma grande variação de ambientes e habitats, desde as regiões áridas da Califórnia até as florestas temperadas do norte dos Estados Unidos, chegando às paisagens de

tundra da Península do Alasca (MOSS; ERLANDSON, 1995). Além da ampla região considerada e da variação climática que decorre de diferenças de mais de 30 graus de latitude, o período histórico considerado aqui foi caracterizado por variações climáticas importantes. Entre 1.500 - 1.900 A.C., uma rápida mudança nas temperaturas regionais influenciou a disponibilidade sazonal de recursos, tendo efeitos dramáticos nas populações da região sul da Costa Noroeste (CHATTERS, 2004). Na parte norte, as mudanças climáticas teriam causado um esfriamento e um aumento da umidade, diminuindo a cobertura vegetal da região, mas aumentando o fluxo e a reprodução dos salmônidos (CARLSON, 2010). Este processo climático foi posteriormente revertido e por volta de 400 A.C., o clima voltou a esquentar e a ficar mais seco, com condições similares às conhecidas atualmente (ROUSSEAU, 2004).

Em termos de produtividade ambiental, a Costa Noroeste é comumente dividida entre as regiões da costa e do interior, sendo a primeira significativamente mais produtiva do que a segunda (JOHNSON; EARLE, 2000). As correntes oceânicas do Pacífico suportam ricas cadeias alimentares marítimas, o que explica a riqueza ambiental encontrada pelos povos de caçadores-coletores-pescadores (MOSS; ERLANDSON, 1995). A costa marinha oferecia onze espécies de peixes de água salgada como o bacalhau (*Gadus spp.*) e o arenque (*Clupea spp.*), além de uma riqueza de espécies de mamíferos marinhos como lontras, leões marinhos, golfinhos e até baleias. Complementavam esse ambiente os mexilhões, mariscos e outros frutos do mar, além de algas, plantas e aves (JOHNSON; EARLE, 2000).

Essas condições, de disponibilidade dos recursos, favoráveis à ocupação humana na região parecem ter permitido uma estabilidade maior relacionada ao sistema produtivo da pesca do que quando comparado com os sistemas produtivos baseados em ecossistemas agrícolas. As flutuações do estoque de peixes e as migrações de peixes anádromos seriam mais previsíveis do que as safras agrícolas mas, conforme concluiu Ames (1981), as práticas de pesca seriam mais dependentes das tecnologias de estoque do que as variantes agrícolas, o que faria contraponto às condições encontradas na Costa Noroeste frente ao contexto ecológico da Mesopotâmia.

A geografia recortada por afloramentos e montanhas é característica de uma região tectonicamente ativa, com planícies costeiras relativamente estreitas (MOSS; ERLANDSON, 1995). A vegetação encontrada nessa vasta área era bastante diversa, sendo mais abundante na região central da Costa Noroeste; árida e desértica na região da Califórnia; e tipicamente preenchida pela tundra na região norte, com baixa produtividade primária (MOSS; ERLANDSON, 1995). A disponibilidade de animais variava juntamente com a variação na vegetação. Enquanto ao sul da ilha de Vancouver eram encontrados o wapiti (*Cervus canadensis*) e outros tipos de cervos, ao norte era encontrada apenas uma pequena espécie de cervo⁵ (MOSS; ERLANDSON, 1995). A região sul da Costa Noroeste contava, ainda, com alces, ovelhas e bisões.

3.8 O CONTEXTO SOCIAL DA COSTA NOROESTE

Conforme apresentado anteriormente, os primeiros povos que cruzaram a passagem Beriginiana eram conhecidos como os povos afluentes (ARNOLD, 2004, SAHLINS 1972), caçadores-coletores clássicos, organizados em pequenos grupos, de alta mobilidade e baixa complexidade material. Esses povos são considerados igualitários e dependentes dos recursos disponíveis no ambiente, tendo, talvez, chegado às Américas graças à migração de animais de caça (ANDREFSKY, 2004), conforme discutido anteriormente. Tal forma de organização social foi se transformando ao longo do tempo, culminando no aparecimento de marcadores sociais de distinção e, até, da existência de escravidão. Quando os europeus chegaram à região, entraram em contato com as tribos que descendiam desses povos, organizados em grandes contingentes populacionais com estratificação evidente (MOSS; ERLANDSON, 1995).

Ao longo do processo, as evidências arqueológicas mostram o desenvolvimento de novas tecnologias (AMES, 1981), a transformação das lógicas de produção e

⁵ O nome da espécie desta pequena espécie de cervo não é apresentada pelos autores Moss e Erlandson (1995)

consumo (CHATTERS, 1995), o agregamento das famílias (CHATTERS, 2004) e o surgimento de grupos corporativos (AMES, 2003). Casas em formato de poço emergiram cerca de 3000 A.C., mas pequenas vilas começaram a surgir no registro arqueológico somente 1.500 anos depois (ARNOLD, 2004). As vilas de inverno que emergiram na região sul da Costa Noroeste, por volta de 500 A.C. (CHATTERS, 2004), emergiram inicialmente como assentamentos de apenas algumas casas localizadas nos platôs, tendo alcançado até 120 casas ocupadas em um mesmo momento (HAYDEN; ADAMS, 2004), com uma população provável de até 1500 pessoas (KUIJT; PRENTISS, 2004). Foram nessas vilas de inverno, localizadas nas partes altas da costa, próximas aos rios, que culminou o processo de sedentarização dessas populações.

Aos poucos, as ocupações passaram para as bacias dos rios, apresentando maior complexificação cultural, e maior capacidade de processamento de alimentos (CHATTERS, 1995). Segundo Andrefsky (2004), ca. 1.500 A.C. as casas em formato de poço passaram a apresentar divisões internas para a estocagem de alimentos das unidades familiares. Este processo de complexificação social culminou com o surgimento, antes de 1.000 A.C., de casas retangulares que eram maiores do que outras (KUIJT; PRENTISS, 2004), as *“plank houses”*, consideradas como uma possível resposta ao crescimento populacional (AMES, 2003).

O processo de complexificação das vilas, com o aparecimento de agregações e casas maiores, aconteceu em diferentes partes da costa, como no Rio Fraser (KUIJT; PRENTISS, 2004), no Platô Canadense (ARNOLD, 2004; ROUSSEAU, 2004), na Columbia Britânica (GOODALE; PRENTISS; KUIJT, 2004), no Golfo da Georgia e no Canal de Santa Bárbara (MOSS; ERLANDSON, 1995). Tal processo contribuiu para a formação dos chamados grupos corporativos, ou unidades familiares corporativas, que representaram as primeiras elites. Estes grupos detinham o controle de recursos e das tecnologias, e comprovam a existência de estratificação social e da manutenção da desigualdade material hereditária (GRIER, 2014; HAYDEN; BAKEWELL; GARGETT; 1996).

Conforme Ames (1995), a necessidade de realização de tarefas cada vez mais complexas, como a pesca e o armazenamento de grandes quantidades de salmão, pode ter levado à emergência das elites que controlariam os recursos e gerenciariam as atividades. É por esta razão que Johnson e Earle (2000) classificam estas sociedades como *Big Man*, ou como Chefias, dada a emergência de distinções sociais dentro dos grupos e da necessidade de existir um sistema hierárquico que coordenasse as atividades dos indivíduos e o fluxo dos recursos dentro das populações. Esse tipo de organização social explicaria os sepultamentos diferenciados (AMES, 1981; 2003) e as deformações cranianas (AMES, 1995).

3.9A IMPORTÂNCIA DA COSTA NOROESTE

A Costa Noroeste representa um estudo de caso em que a emergência da complexidade cultural e social aconteceram sem que a domesticação vegetal tenha feito parte da realidade produtiva destes povos, o que é chave para a possibilidade de criar um modelo que seja capaz de simular a emergência da estratificação social e da DMH em diferentes grupos humanos. A ocorrência desses fenômenos, em um contexto de caça e coleta, é importante para permitir a identificação de parâmetros e variáveis do processo de transição que estamos interessados em compreender, contrastando-os com aqueles obtidos no caso da domesticação agrícola na Mesopotâmia. A própria possibilidade de surgimento da estratificação social e da DMH em contextos tão contrastantes contribui para fundamentar nossa hipótese de que a transição da igualdade para a desigualdade em grupos humanos representaria a emergência de um comportamento não-trivial, que não decorreria da simples soma dos comportamentos individuais, dentro do paradigma da ciência da complexidade (Capítulo 4), e que seria, portanto, ligado à espécie humana de uma forma mais ampla (BOWLES et al. 2010).

Assim como na Mesopotâmia, na Costa Noroeste têm-se uma série temporal de registros arqueológicos sobre a ocupação de determinados ambientes, na qual as

relações sociais e ecológicas apresentaram uma sequência de mudanças que culminaram na transição de grupos igualitários para populações institucionalmente desiguais. Entre as variáveis presentes nos dois estudos de caso estão a riqueza ambiental, os tipos de recursos explorados, as relações entre os diferentes grupos, diferentes padrões de ocupação, de tipos de habitações, de tecnologias associadas à produção e ao consumo de alimentos, e o aparecimento de marcadores sociais que indicam a diferenciação social decorrente das relações assimétricas de acesso e controle aos recursos alimentares.

Mesmo em condições particulares e em momentos históricos distintos, é possível evidenciar uma trajetória comum a ambos os estudos de caso, permitindo extrair informações que nos auxiliem na compreensão de como a estratificação pode emergir em diferentes locais do globo, sem que nenhum tipo de contato com sociedades já desiguais tenha ocorrido anteriormente. De posse de variáveis, parâmetros e premissas levantados nos estudos de caso discutidos, criou-se um modelo que, acreditamos, poderá contribuir para explicar a transição de sociedades relativamente igualitárias para outras onde a desigualdade se estabelece e é transmitida de maneira inter-geracional (BOWLES et al. 2010), no Período Neolítico.

3.10 A POSSIBILIDADE DE UM MODELO EXPLICATIVO

3.10.1 Paralelos entre a Mesopotâmia e a Costa Noroeste

A emergência da desigualdade material hereditária parece ser um fenômeno que aparece entre as populações humanas dado a um processo de mudança das relações entre a população e o ambiente, conjuntamente com a reorganização das relações sociais internas aos grupos, isto é, entre os indivíduos e grupos que fazem parte deste mesmo conjunto. A análise de ambos os estudos de caso apresentados

anteriormente permite identificar, direta ou indiretamente, algumas destas mudanças através do surgimento no registro arqueológico de sinais de modificação da organização social humana.

Embora não seja trivial identificar relações de causa e efeito ocorrendo em sociedades humanas, particularmente em um período pré-histórico, a partir de dados arqueológicos, assumimos que a visão conjunta e comparativa dos estudos de caso nos permite checar nossas hipóteses que podem ser testadas a partir do uso de modelos baseados em agentes. A seguir, reconhecemos os pontos em comum entre os dois estudos de caso, para que seja possível discutir os parâmetros e as variáveis identificadas e que vieram a ajudar a testar o modelo (Capítulo 5).

Em termos ambientais, ambos os casos apresentam semelhanças. Entre os Ubaid, na Mesopotâmia, as vilas aparecem associadas a um ambiente heterogêneo, sendo estabelecidas em locais cuja capacidade produtiva do terreno era capaz de suportar as crescentes populações. Como vimos em Wilkinson (2000), a paisagem na Mesopotâmia era composta por um mosaico ambiental, de maneira que existiam barreiras ambientais que separariam e delimitariam os ambientes de ocupação. O mesmo padrão pode ser percebido na disposição das vilas da Costa Noroeste onde, apesar do ambiente ser relativamente mais rico em termos de produtividade natural, as áreas de ocupação eram limitadas pelo acesso aos corpos d'água. Ou seja, tanto na Mesopotâmia, como na Costa Noroeste, a ocupação espacial parece estar diretamente associada à disposição dos corpos d'água e aos solos mais produtivos, onde estão concentrados os recursos, sejam eles produzidos ou extraídos.

Outro ponto em comum está no sedentarismo como uma pré-condição para o surgimento da desigualdade e da estratificação social. Embora na Mesopotâmia a transição vivida pelos Ubaid tenha sido baseada em um histórico mais longo de sedentarismo, desde antes das culturas Samarra/Halaf, o processo guarda muitas semelhanças com que foi vivido pelas populações humanas da Costa Noroeste. Na América do Norte, foi somente após o aparecimento das vilas de inverno e do semi-

sedentarismo que as novas tecnologias e os sinais de diferenciação aparecem no registro arqueológico. Em outras palavras, o sedentarismo parece ser um pré-requisito aparentemente fundamental para que outros processos de transformação e reorganização social sejam possíveis.

Um terceiro ponto comum está no padrão geral de produção e consumo dessas populações. Tanto entre os povos da Mesopotâmia, como da Costa Noroeste, a produção e o consumo de recursos alimentares foi baseada fortemente em um recurso central, responsável por boa parte dos nutrientes consumidos, seja ele a cevada (HUOT, 1992), ou o salmão (MOSS; ERLANDSON, 1995). Enquanto não há dúvidas de que outros recursos eram também consumidos, seu caráter parece ser complementar (HUOT, 1992; MOSS; ERLANDSON, 1995). Esta condição poderia apontar para um segundo pré-requisito necessário ao desencadeamento dos processos de complexificação social: a existência de um tipo de recurso cuja exploração demande especialização; seja no cultivo, seja na pesca. Embora tal relação não seja clara, ela poderia estar associada à coordenação de atividades, ao desenvolvimento tecnológico ou, ainda, ao aumento de eficiência e produtividade decorrentes do manejo de certas variáveis ambientais.

A intensificação e a especialização da produção, em ambos os casos, também esteve relacionada com o crescimento populacional. Embora a relação de causalidade entre produção de alimentos e crescimento populacional seja amplamente debatida e não haja um consenso a respeito (BOSERUP 1993, STONE 2001, LEACH 1999, BROOKFIELD 2001; DIAMOND, 1997), o fato é que em ambos os casos houve aumento populacional de forma paralela à complexificação dos povos. Nos dois casos, o crescimento populacional pode ser evidenciado pelo aumento no número de habitações e na quantidade de vilas. É de se esperar que o crescimento da população gere uma maior competição pelos recursos (alimentares ou não), seja na condição de uso direto, seja na manutenção de especialistas que dedicariam a maior parte do seu tempo outras atividades de interesse social.

Outra variável comum, observada em ambos os casos, estaria no surgimento de grupos de empreendedores ao longo do processo de transição; na Mesopotâmia (ROTHMAN, 2004) esses grupos são evidenciados através do uso dos selos e, na Costa Noroeste (AMES, 2003), pelo crescimento relativo de algumas casas que viriam a dar origem às *Plank Houses* (AMES, 2003). Mesmo que não seja possível observar o fenômeno diretamente, nos registros arqueológicos disponíveis, é bastante possível que tais vestígios de cultura material estejam associados ao controle dos locais e meios de produção (AMES, 1981; CANNON; YANG, 2006; GRIER, 2014). A elite, em ambos os estudos de caso, aparece associada ao controle do uso dos recursos, sejam eles solo para plantio (ARBUCKLE, 2012), ou os melhores pontos do rio para a pesca do salmão (GRIER, 2014).

O controle da produção pelas elites tornou-se possível graças ao surgimento de inovações tecnológicas de estocagem dos recursos produzidos e/ou extraídos do ambiente. No caso da Mesopotâmia, as tecnologias de estoque estavam presentes há milênios, antes mesmo das culturas Samarra e Halaf, estando associados ao período de emergência da cerâmica, como pode ser visto no histórico de ocupação do Levante Sul descrito por Kuijt e Goring-Morris (2002). Já nos estudos da Costa Noroeste, essa inovação aparece associada às tecnologias de estoque específicas para a pesca, com a desidratação e a defumação (YESNER, 1980), configurando o que se chama de consumo adiado (*delayed consumption*) (CHATTERS, 1995). O salmão era estocado graças a técnicas de desidratação e armazenamento que permitiram a manutenção das primeiras vilas de inverno. Desta forma, a existência de tecnologia de estocagem parece ser um fator comum fundamental para a institucionalização, ou a manutenção e até o controle do superávit que, por sua vez, foi condição fundamental para fazer emergir a estratificação social, conforme discutido pelo Allen (1997).

Por fim, o último fator comum a ser considerado aqui é o uso de tecnologias e estratégias de *display* da diferenciação social, de maneira que todo o grupo fosse informado do status dos indivíduos (AMES, 1981; 2003; MOSS; ERLANDSON, 1995). O aparecimento de marcadores de fisionomia associados às diferenças entre os estratos da sociedade parecem refletir a institucionalização das diferenças

(AMES, 2003). Mais curioso, ainda, é o aparecimento das técnicas de deformação cranianas tanto na Mesopotâmia, quanto na Costa Noroeste, em uma interessante convergência de marcação e relação social. Mesmo que essas associações possam ser especulativas, o surgimento de marcadores sociais em ambos os contextos e períodos históricos ressalta a importância de se considerar este fator nas normas sociais e de comportamento a serem considerados no modelo.

3.10.2 Diferenças entre a Mesopotâmia e a Costa Noroeste

A análise dos dois estudos de caso, neste capítulo, mostra que as distinções parecem ser maiores do que as convergências, a começar pelo ambiente. Na Mesopotâmia, o clima era árido ou semiárido, e a riqueza de recursos disponíveis para a caça e a coleta era muito inferior à da Costa Noroeste. Esse fato decorria tanto do histórico de ocupação humana da região, associado à diminuição das populações de grandes animais de caça, como das dinâmicas climáticas específicas da região (DIAMOND, 1997). Já a Costa Noroeste era caracterizada por um ambiente terrestre rico em biodiversidade, com oferta de ungulados e outros mamíferos nas áreas de florestadas e montanhosas, além do acesso a um ambiente costeiro repleto de peixes, mamíferos marinhos e aves (MOSS; ERLANDSON, 1995).

Mas, a maior e mais evidente distinção entre os dois estudos de caso avaliados é a economia de produção dos mesmos. A Costa Noroeste foi colonizada por caçadores-coletores vindos da Sibéria, especializados na pesca e na caça de grandes mamíferos, que encontraram na América do Norte um ambiente favorável à reprodução de seu modo de vida (CARLSON, 2010). A caça, a coleta e a pesca foram suficientes para permitir não só a sedentarização desses grupos, como também seu crescimento e posterior reorganização social. Situação oposta se observa na Mesopotâmia, onde os indícios de caça e coleta foram desaparecendo nos registros arqueológicos e, portanto, da economia de subsistência (WILKINSON, 1990; WILKINSON; MONAHAN; TUCKER, 1996). O processo de

domesticação vegetal que emergiu na Mesopotâmia acabou transformando a produção alimentar daqueles povos, e está diretamente relacionada ao processo de origem do Estado (STEIN, 1994), estrutura social que só é introduzida na Costa Noroeste externamente, pela chegada dos colonizadores europeus. Em outras palavras, provavelmente a maior distinção entre estes dois casos está na domesticação de plantas e animais em um, e a contínua dependência da caça e da coleta no outro.

No contexto da Mesopotâmia, a presença de cerâmica nos registros arqueológicos é um elemento central tanto como parte da tecnologia produtiva, quanto por seu caráter simbólico e de diagnóstico cultural. Esses artefatos de cultura material não possuem qualquer correspondência com a cultura dos povos que ocuparam a Costa Noroeste no período considerado aqui, e será um fator importante a ser considerado. Ainda no âmbito do campo simbólico, ou da super-estrutura (NEVES 2002), o aparecimento dos primeiros templos e prédios públicos indicativos da existência de rituais religiosos institucionalizados na Mesopotâmia datam do início do período Ubaid, muito antes do aparecimento das evidências de hierarquização e, também, de sinais de estratificação social.

Por fim, enquanto o contexto climático da Mesopotâmia durante o período de transição analisado aqui não apresentou na literatura qualquer evento de abalo ou variação climática marcante, na Costa Noroeste, as mudanças nas organizações sociais ocorreram associadas a uma sequência de flutuações climáticas, que primeiramente esfriaram, e depois aqueceram a região (AMES, 2003). Na região da Mesopotâmia, a última grande variação climática, conhecida como *Younger Dryas* (9000 – 8000 A.C.), ocorreu no período da origem da domesticação vegetal (BAR-YOSEF, 1998), de forma que não deve ter tido uma relação direta com qualquer distúrbio ou variação climática.

4. METODOLOGIA

4.1 A ABORDAGEM INTEGRADA

Conforme discutido no Capítulo 3, com base a literatura sobre a origem e evolução da desigualdade material hereditária (DMH) em populações humanas, as principais teorias que se propõem a explicar esse fenômeno apontam como fator causal o sedentarismo (Plog, 1990), a pressão populacional (Diamond, 1997), o controle e uso de excedentes (Allen, 1997), as tecnologias de estocagem (Summers, 2005), o controle dos meios de produção (Marx, 1867; Engels, 1884), o controle ideológico (Diamond, 1997; Earle, 1987, 1997), a guerra (Carneiro, 1970), a busca por prestígio (Clark & Blake, 1994) e o controle comercial (Smith et al., 2010). Em termos gerais, cada uma dessas teorias abordou os processos de transformação da organização social humana tendo como base um parâmetro único, que atuaria como gatilho ou força motriz da transição que levaria à DMH.

Cabe reconhecer que trabalhos como o de Diamond (1997) e Carneiro (1970), por exemplo, avaliaram o papel do principal fator de transformação relacionando-o a fatores secundários que comporiam o panorama de transição. Diamond (1997), avaliou a pressão populacional ponderando o efeito conjunto do controle ideológico. Todavia, isso não significa que Diamond (1997), ou outros dos autores citados, tenha procurado desenvolver uma teoria causal composta de diferentes parâmetros-chave para explicar os diversos fenômenos de origem da DMH.

À dificuldade de se propor uma teoria explicativa para fenômenos que parecem envolver diferentes fatores causais, soma-se a impossibilidade de realizar testes empíricos sobre essas teorias. A impossibilidade de se testar hipóteses relativas a eventos ocorridos no passado sempre foi um problema para a arqueologia, mas avanços tecnológicos recentes viabilizaram alternativas metodológicas através da construção de modelos computacionais, que permitem simular dinâmicas socioambientais (Axelrod, 1997). Esses modelos já possibilitaram importantes

avanços em outras áreas como na sociologia, antropologia, economia e biologia (Axelrod, 1997; Helbing & Balmelli, 2012; Janssen, 2005; Terano, 2011; Wallick, 2012). Modelos computacionais permitem construir cenários hipotéticos tendo como base teorias propostas na literatura, utilizando dados primários e secundários, tornando possível realizar testes de hipóteses relativas a períodos pré-históricos (Bowles & Choi, 2013; Freeman et al., 2015; Gallagher, Shennan & Thomas, 2015).

Os avanços no aparato computacional permitiram o desenvolvimento, por exemplo, dos Modelos Baseados em Agentes (MBA) (Bonabeau, 2002; Janssen, 2005; Terano, 2011), que utilizam equações matemáticas e algoritmos computacionais para estudar e definir os agentes dos seus sistemas, e as interações entre os mesmos (Smaldino, 2015). Quando utilizados para modelar fenômenos conhecidos como Sistemas Adaptativos Complexos (SAC) (Gell-Mann, 1994; Holland, 1993; Holland & Miller, 1991; Lansing & Kremer, 1993; Palmer, 1993; Peric & Murrieta, 2015), permitem a criação de cenários virtuais composto por diferentes parâmetros e variáveis ambientais, biológicas e sociais. Os Sistemas Adaptativos Complexos e os Modelos Baseados em Agentes formaram a base conceitual e metodológica para esta pesquisa sobre a emergência da DMH.

No presente capítulo serão apresentadas as bases conceituais e metodológicas introduzidas acima. Apresentaremos os Sistemas Adaptativos Complexos, suas definições (Chan, 2001; Holland, 2006; Holland & Miller, 1991; Levin, 2002), componentes (Gell-Mann, 1994; Holland, 1993; Holland & Miller, 1991; Lansing & Kremer, 1993; Palmer, 1993) e fenômenos associados (Artigiani, 1996; Bettencourt, 2013; Chan, 2001; Ke & Holland, 2006; Lansing & Kremer, 1993). Em seguida, discutiremos a utilização desses sistemas para tratar problemas relativos às dinâmicas socioambientais (Lansing, 1991; Lansing & Kremer, 1993; Lansing & Fox, 2011), e como os SAC vem participando do desenvolvimento dos estudos arqueológicos (Bentley & Maschner, 2003; Kohler, 2011).

Apresentaremos, também, os Modelos Baseados em Agentes (MBA) (Janssen, 2005; Smaldino, 2015; Wallick, 2012), sua definição, composição (Janssen, 2005;

Smaldino, 2015; Wallick, 2012), e o protocolo que foi adotado aqui para descrição do modelo (Grimm et al., 2010). A descrição formal do modelo construído para se estudar a origem da DMH é feita no Capítulo 5.

4.2 OS SISTEMAS ADAPTATIVOS COMPLEXOS

Segundo o dicionário Webster⁶, sistemas podem ser definidos como conjuntos cujos elementos que os integram apresentam algum tipo de relação entre si. Entre os exemplos que podem ser citados aqui estão: o sistema gravitacional, o sistema imunológico, o sistema nervoso central e o sistema econômico. Já os sistemas complexos, segundo Garcia (2000), são sistemas não-decomponíveis, ou semi-decomponíveis, isto é, são sistemas cujas partes e processos que os formam não podem ser completamente definidos isoladamente, sendo que a descrição de um dos seus componentes depende da descrição dos outros.

Chan (2001) define complexidade como o que resulta da inter-relação, da interação e da conectividade dos elementos em um sistema, ou entre sistemas. Já Kauffman (1993), aponta que a melhor forma de descrever o comportamento de um sistema integrado é através da teoria dos sistemas dinâmicos:

“The most familiar form derives from Newton and consists in a system of differential equations in which the rate of change of each variable is written down in terms of the present values of all the variables which influence the variable in question” (p. 175).

Os Sistemas Adaptativos Complexos (SAC), por sua vez, representam um tipo específico de sistemas complexos cuja definição parece variar de acordo com a proposta de aplicação dos autores (Chan, 2001), de maneira que uma definição conceitual comum à literatura, ou uma teoria geral dos SAC, não foi, até o momento, estabelecida (Ostrom, 1999). Ainda assim, tentaremos delimitar a seguir o que são e como são identificados neste trabalho.

⁶ "System." Merriam-Webster.com. Merriam-Webster, n.d. Web. 29 Mar. 2016.

O componente adaptativo dos SAC os distinguem dos demais Sistemas Complexos, dada a característica dos elementos que os constituem, os agentes que, de se transformarem, adaptarem ou aprenderem através das suas interações (Gell-Mann, 1994; Holland, 1993; Holand & Miler, 1991; Lansing & Kremer, 1993; Palmer, 1993). Os SAC podem ser definidos como um sistema complexo formado por agentes adaptativos (Holland & Miller, 1991), um sistema formado por um grande número de agentes adaptativos (Holland, 2006), sistemas dinâmicos capazes de se adaptar ao ambiente e co-evoluir com ele (Chan, 2001) ou, ainda, sistemas cujas interações microscópicas dão origem a fenômenos macroscópicos (Levin, 2002). Embora as diferentes definições pareçam complementares, os SAC representam um conceito que demanda um alto nível de abstração (Lansing, 2003), de maneira que a compreensão dos mesmos parece se dar nas suas características comuns.

Neste trabalho, nos baseamos na definição de Holland (2006): “*Cas [Complex Adaptive Systems] are systems that have a large numbers of components, often called agents, that interact and adapt or learn*” (p. 1). Esta definição nos parece suficientemente simples e direta, de maneira que – a partir deste ponto – nos parece necessário apresentar os fenômenos frequentemente associados a esses tipos de sistemas, complementando a definição que adotaremos aqui.

Holland (1995) emprestou o termo *agente* da economia, por ser um termo descritivo, livre de pré-concepções. Em linhas gerais, para o autor, agentes são entidades compostas de regras do tipo “se/então” que poderiam, portanto, ser definidos pelos estímulos que podem receber e responder. Ou, nas palavras do autor: “stimulus-response rules are typical and simple: IF stimulus ‘s’ occurs THEN give response ‘r’” (Holland 1995, p. 7). Além disso, os agentes são caracterizados como entidades heterogêneas, qualidade-chave em sistemas biológicos evolutivos, que são baseados no conceito de diversidade (um sistema florestal, por ex.) (Holland, 1995).

Os estímulos variam de acordo com o sistema considerado. Para um neurônio, impulsos nervosos podem tanto ser estímulos, quanto respostas. Já para uma

empresa, os estímulos podem ser materiais ou em dinheiro, enquanto a resposta pode ser seu produto, por exemplo (Holland, 1995). As ações dos agentes no sistema, ou seja, o recebimento ou envio de determinados estímulos, estabelecem as interações entre eles (Ke & Holland, 2006). Como exemplos podemos citar as interações entre insetos sociais (Holland, 1993), pessoas em uma cidade (Bettencourt, 2013), entre cérebros (Artigiani, 1996), entre neurônios (Singer, 2009), entre indivíduos e seu ambiente (Lansing & Kremer, 1993), ou entre receptores químicos (Holland, 1993). Ao considerar os agentes e a interação entre os mesmos (Chan, 2001), os SAC evitam visões reducionistas que decorrem do estudo isolado das partes do sistema (Holland, 2006).

Mais do que isso, os SAC permitem considerar as interações entre um grande número de agentes, que podem produzir propriedades conhecidas como emergentes, cuja previsão não ocorre facilmente quando se realiza uma análise isolada das partes (Ostrom, 1999). Tais propriedades podem ser percebidas como estruturas complexas (Ke & Holland, 2006) ou comportamentos agregados, derivados das dinâmicas próprias das interações entre os agentes (Lansing & Kremer, 1993). Estas estruturas, ou comportamentos, podem ser descritas sem que se tenha o conhecimento específico do comportamento individual de cada agente (Holland & Miller, 1991).

Para Lansing (2003), as instituições sociais são exemplos destas estruturas complexas, conectando agentes através de regras comuns. Para Gong et al. (2004) a interação entre indivíduos poderia levar à emergência de novas instituições. Artigiani (1996) levanta, ainda, a possibilidade da emergência não só de comportamentos e estruturas sistêmicas como, também, de novas regras individuais, como o aparecimento, por exemplo, de novos papéis sociais em populações humanas. As propriedades emergentes seriam, por tanto, comportamentos e estruturas resultantes das interações individuais em um SAC social.

O aparecimento dessas propriedades estaria ligado à capacidade de auto-organização do sistema, outra característica diagnóstica dos SAC (Artigiani, 1996;

Chan, 2001; Esmaeili, 2009; Helbing, 2012; Juarrero, 2000; Levin, 2002; Ostrom, 1999; Singer, 2009). A auto-organização foi proposta, pela primeira vez, pelo físico Per Bak (Bak, Tang & Wiesenfeld, 1988), quando tratou de um tipo específico de processo, cunhado de “criticalidade auto-organizada”. Bak representou seu sistema através de uma pilha de areia criada por um fluxo contínuo de grãos em um mesmo ponto. Em um certo momento, a pilha de areia alcança seu ponto crítico, uma estrutura rígida, de maneira que a adição de mais alguns grãos pode ocasionar o deslizamento de parte do monte; esta estrutura é seu ponto crítico (Kauffman, 1993). Segundo Bentley (2003), muitos desses sistemas compostos de muitas unidades interativas foram observados evoluindo para um estágio entre a “ordem” e o “caos”, o que em termos gerais poderia configurar a auto-organização em um SAC.

Em termos estatísticos, a auto-organização pode aumentar o espaço de fase dos sistemas adicionando a ele graus de liberdade (Juarrero, 2000). Assim, a estrutura que emerge dos processos de interação é qualitativamente diferente dos níveis anteriores, conforme Juarrero (2000): “*As an integrated organism, the slime mold has properties the independent amoebas that make it up did not*” (p. 39). Tais propriedades emergentes não estariam presentes entre os componentes do sistema, os agentes, podendo representar adaptações robustas para esses sistemas e seus ambientes (Helbing, 2010).

Conforme a definição da auto-organização, os SAC são descentralizados, o que equivale a dizer que não existe um controle central que governa seu comportamento (Bettencourt, 2013; Holland, 2006; Lansing, 2003; Ostrom 1999). Conforme Chan (2001): “*There is no single centralized control mechanism that governs system behavior*” (p. 3). Uma estrutura que emerge de um processo como a auto-organização é, portanto, dependente do seu passado (*path-dependency*) e das interações que o originaram, embora suas formas atuais não venham a ser determinadas por essa mesma história (Artigiani, 1996). Isso equivale a dizer que a auto-organização segue um processo histórico, uma vez que são as interações entre os agentes do sistema que levam à emergência – em um segundo momento – de novas estruturas e comportamentos. No entanto, essas novas estruturas e

comportamentos são de certa forma independentes daquelas estruturas ou comportamentos prévios, não sendo as últimas diretamente determinadas pelas primeiras.

Entre os sistemas analisados sob a perspectiva dos SAC, está o cérebro humano, ou seja, nosso sistema cognitivo (Bullmore & Sporns, 2009; Duch, 2008; Esmaeili, 2009). Segundo Duch (2008) a criatividade humana, representada pela capacidade de criação e inovação, parece requerer uma atividade neural distribuída. A representação da percepção humana, por exemplo, aparece no cérebro de maneira descentralizada (Singer, 2009).

Resumindo, os Sistemas Adaptativos Complexos configurariam, portanto, sistemas cuja interação descentralizada e concomitante de um grande número de agentes pode levar à emergência de estruturas ou comportamentos inéditos através de processos de auto-organização. A relação causal entre as atividades individuais e as propriedades emergentes se dá de forma não-linear (Ke & Holland, 2006; Levin, 2002; Singer, 2009).

Segundo Chan (2001), pequenas alterações locais podem levar a grandes transformações estruturais nesses sistemas, sendo o inverso também possível. Ou seja, não existe uma relação linear, direta, entre o comportamento local, individual, e o fenômeno coletivo; causas e efeitos não são proporcionais (Helbing, 2010b). Para Helbing (2010b), *“Non-linear interactions are typical for systems in which elements mutually adapt to each other. That is, the elements are influenced by their environment, but at the same time, they also have an impact on their environment”* (p. 263).

Esta condição parece ser uma das responsáveis por dificultar a previsibilidade desses sistemas, tornando necessário o desenvolvimento de modelos que possam extrair padrões e comportamentos futuros (Levin, 2002). Embora Levin (2002) se refira a modelos de mecânica estatística, sua colocação nos serve, aqui, para justificar o uso de um tipo específico de modelagem, conhecido como Modelagem Baseada em Agentes, explorado a seguir neste capítulo. Mas antes, faremos uma

breve revisão do uso da perspectiva dos SAC para avaliar sistemas socioambientais.

4.3 DINÂMICAS SOCIOAMBIENTAIS E OS SAC

A busca pela intersecção entre as dinâmicas sociais e as ciências naturais dentro de uma abordagem de caráter positivista teria surgido já na fundação da Sociologia (Helbing, 2010c). Mas a aproximação entre as questões sociais e as abordagens das ciências naturais tem crescido de maneira expressiva nos últimos anos, com o aparecimento de novas comunidades que utilizam modelos matemáticos ou computacionais, as quais Helbing (2010c) denomina: “*socio-physicists, mathematical sociologists, computational social scientists, agent-based modelers, complexity or network scientists*” (p. 1). Segundo Helbing (op. Cit.), seriam os pesquisadores de áreas como a física a biologia e as ciências sociais que estariam se atendo a tais problemas científicos através de modelos matemáticos e computacionais.

Entre as diferentes linhas de pesquisa que vem se debruçando sobre as questões que envolvem conjuntamente as dinâmicas ambientais e as interferências e efeitos causados nas e pelas populações humanas, teria surgido o entendimento de que a exploração destes sistemas em sua complexidade demandaria uma abordagem conjunta, para além das fronteiras disciplinares (BODIN; TENGO, 2012). A ideia de que a sociedade mantém relações de interdependência com o meio natural que a cerca teria levado alguns pesquisadores a buscar suas relações através de abordagens integradas (BODIN; TENGO, 2012).

Os chamados Sistemas Socio-Ecológicos (SES, no inglês) representam esta visão de pesquisa interdisciplinar, dedicada ao estudo de sistemas socioambientais compostos por múltiplos níveis, que envolveriam recursos necessários à sociedade como comida, fibras, energia e água (BINDER et al., 2013), sendo as suas interrelações direcionadas por mecanismos de *feedback* existentes entre os

indivíduos e o meio (SCHÜLTER et al., 2012). Iwamura et al. (2016), por exemplo, utilizam este conceito dos SES no estudo conduzido por eles que avaliou os diferentes impactos para a sustentabilidade dos povos indígenas, decorrentes das recentes mudanças nas terras indígenas amazônicas, na região de Rupununi ao sul das Guianas. Os autores avaliaram como diferentes tipos de mudanças locais poderiam afetar a disponibilidade de recursos locais e resiliência do meio identificando quais os tipos de interferência mais nocivos aos povos que dependem da região.

Diferentes *frameworks* foram desenvolvidos e implementados na busca de uma linguagem adequada para o desenvolvimento de pesquisas estruturadas dedicadas à avaliação de problemas ambientais complexos, como seria o caso das mudanças climáticas, perda de biodiversidade, degradação ambiental e escassez de recursos (BINDER et al., 2013). Bodin e Tengö, por exemplo, entendem que os problemas abarcados pelos SES seriam melhor representados através de redes de interação, interpretando indivíduos e recursos como os nós dessa rede, sendo os links entre eles as suas relações de extração ou dependência. Binder et al. (2013), fizeram um levantamento das diferentes abordagens teóricas utilizadas na literatura para se estudar os SES. Para os autores, três critérios seriam suficientes para classificar qualquer *framework* de estudo destes problemas de caráter socioambiental, sendo i) a conceitualização do meio, dos indivíduos e das interações presentes no modelo, ii) a perspectiva teórica que embasaria o sistema como um todo dentro da pesquisa e iii) se a abordagem realizada seria uma orientada à análise ou à ação.

De forma geral, o que parece estar presente nas avaliações dos pesquisadores que estudam os SES seria a dificuldade em se obter uma metodologia adequada para os problemas socioambientais dada a falta de métodos comuns entre as ciências sociais e naturais (BODIN; TENGÖ, 2012). Para Liu et al. (2007), “[t]he lack of progress is largely due to the traditional separation of ecological and social sciences” (p. 1513). Esta barreira parece estar sendo superada dada a aproximação das diferentes disciplinas com os Sistemas Adaptativos Complexos. O caráter dinâmico dos SES, formados por interações entre atores, instituições e fontes de recursos, os quais reagem entre si por meio de mecanismos de *feedback*

através de diferentes escalas de organização levaram alguns autores a descrever estes Sistemas Sócio-Ecológicos como Sistemas Adaptativos Complexos (SAC) (SCHÜLTER et al., 2012). Para os autores, os SES representariam um campo de intersecção entre diferentes disciplinas de tal forma que as diferentes linhas de pesquisa contribuiriam para a expansão do conhecimento acerca dos SAC.

Schüler et al. (2012), distinguem o que para eles seria a antiga visão dos sistemas de recursos naturais dos sistemas SES. Para eles, entre as principais diferenças estariam o reconhecimento das relações não-lineares de causa e efeito, a avaliação das condições de probabilidade não mais tidas como conhecidas pelos pesquisadores, a possibilidade da emergência de padrões em diferentes escalas das interações que as causariam e a ausência de conhecimento perfeito da realidade dos agentes.

A arqueologia também vem utilizando a perspectiva dos SAC e a modelagem baseada em agentes para testar hipóteses e compreender as dinâmicas socioambientais do passado pré-histórico. Segundo Dean e colaboradores (1998), a modelagem baseada em agentes – abordada no próximo tópico deste capítulo – oferece possibilidades de avanço frente às limitações experimentais do campo. Para os autores:

“Manipulating the behavior of artificial agents on such landscapes allows us to, as it were, “rewind the tape” of sociocultural history and to experimentally examine the relative contributions of internal and external factors of sociocultural evolution” (p. 1).

Em revisão recente da aproximação entre SAC e Arqueologia (Bentley & Maschner, 2003), foi proposta a distinção entre os arqueólogos que seriam teóricos de sistemas, aqueles que se colocariam em favor de modelos gradativos, de equilíbrios estáticos, causação linear e adaptações ótimas, e aqueles que se encaixariam como teóricos da complexidade, na qual a visão das sociedades e ambientes ocupados seria uma de sistemas abertos⁷. Para os últimos se

⁷ Sistemas abertos, em oposição aos sistemas fechados, seriam aqueles dos quais a energia poderia fluir de dentro para fora e de fora para dentro (Bentley & Maschner, 2003)

dispensaria a assunção de que os seres humanos seriam indivíduos que maximizam benefícios, baseados em premissas somente racionais.

Bentley e Maschner (2003) apresentam, também, a visão entre diferentes escolas dentro da Arqueologia: os Estruturalistas e os Pós-Processualistas, os quais concordariam no entendimento de que dado um determinado conjunto de artefatos no solo, existiriam diversas explicações possíveis e plausíveis para tal disposição, eliminando a possibilidade de uma explicação ser correta ou mesmo científica frente às outras. Esta questão, dentro do debate apresentado pelos autores (Bentley & Maschner, 2003), levaria ao possível descarte do positivismo dentro da Arqueologia, uma vez que a aplicação da lógica e do empirismo não permitiriam revelar a história por detrás dos artefatos. O que seria visto como uma prática apenas interpretativa. Os autores, no entanto, entendem que a teoria da complexidade poderia colocar um fim à aparente dicotomia entre positivismo e história.

A aproximação da complexidade, no entanto, não se estabeleceu entre os arqueologistas de início. Conforme pondera Doran (1999), a Arqueologia já teria em seu histórico a tradição de abertura às técnicas computacionais e matemáticas dados os avanços conquistados pela área quando aproximada da física através dos mecanismos de datação com o uso do carbono e da prospecção magnética. Entretanto, a receptividade da área para as novas ferramentas de modelagem não teria surtido o mesmo efeito, segundo o autor, em razão da prévia indisponibilidade das ferramentas de poder computacional necessárias para experimentações substanciais e da dificuldade encontrada em se desenvolverem teorias suficientemente complexas que fossem capazes de validar os modelos derivados da nova abordagem.

As primeiras realizações de pesquisas aproximando a Arqueologia da modelagem teriam sido realizadas nos anos 1970, entre os quais buscou-se examinar o colapso das sociedades Maias que teria ocorrido na região do México e América Central entre 300-900 D.C (KOHLENER et al., 2005). Entre as empreitadas que se seguiram estiveram presentes estudos relativos à troca de informações, estratégias de

subsistência de caçadores coletores, padrões de assentamento de sociedades de pequena escala e os processos de colonização (LAKE, 2014). Este período de expansão do uso da ferramenta teria sido seguido de um momento de descrédito e incerteza com o abandono temporário das ferramentas de modelagem até que uma renovação do interesse emergiu na comunidade científica ao final dos anos 1980 e começo dos anos 2000 (LAKE, 2014).

Com a adoção da perspectiva dos SAC, a Arqueologia estaria se apropriando de conceitos como emergência, auto-organização, redes, relações de escala e Lei de Potência e, ao mesmo tempo, de métodos de modelagem e de simulação com a Modelagem Baseada em Agentes (MBA) (Kohler, 2005). Para Bentley e Maschner (2003), inclusive, o método mais promissor para a aproximação entre a história e positivismo seria a MBA, permitindo que arqueólogos descrevam sociedades humanas com modelos de sistemas abertos e de não-equilíbrio.

Tentativas neste sentido incluem o *Artificial Anasazi Project* (Dean et al., 1998), além dos estudos sobre o aparecimento de Redes Livres de Escala em sociedades antigas (Bentley, 2003), as Leis de Potência no registro arqueológico de casas na América do Norte (Maschner & Bentley, 2003), os modelos de Equilíbrio Dinâmico Pontuado (Ramsey, 2003), a transição da caça e coleta para a agricultura (Freeman et al., 2015; Gallagher, Shennan & Thomas, 2015), a coevolução entre agricultura e propriedade privada (Bowles e Choi, 2013) e, também, os padrões de ocupação na Europa durante o Neolítico (Bogucki, 2003).

O *Artificial Anasazi Project* é provavelmente o mais conhecido estudo sobre processos auto-organizativos e propriedades emergentes na arqueologia (Helbing, 2010). As ferramentas computacionais foram utilizadas para auxiliar no entendimento do processo de ocupação de uma região no nordeste do Arizona, que teria sido ocupado pela cultura Anasazi entre 1000 A.C. e 1300 D.C. (Dean et al., 1998). Segundo os dados de ocupação do registro arqueológico, o modelo foi capaz de reproduzir de forma eficaz o padrão de ocupação do período, elucidando as causas de migração e o posterior desaparecimento dos Anasazi. Para Dean e colaboradores (1998), o modelo dá sustentação à hipótese de que os fatores

ambientais da região poderiam explicar apenas parcialmente a história de ocupação da região, que seria resultante da relação entre fatores ambientais e culturais, que explicariam as complicadas dinâmicas socioambientais em questão.

4.4. A MODELAGEM BASEADA EM AGENTES

Modelos podem ser definidos como versões simplificadas da realidade (Ragsdale 2009), representações formais de uma teoria ou sistema de interesse (Briassoulis 2000, Grimm et al., 2010) ou, ainda, abstrações ou aproximações da realidade, obtidas através da simplificação das complexas relações do mundo real, até o ponto de serem compreensíveis e manipuláveis (Briassoulis 2000, RAGSDALE, 2009; Wallick, 2012). Os Modelos – ou a Modelagem – Baseados em Agentes (MBA) compõem uma subclasse dos chamados modelos formais, os quais se utilizam de equações matemáticas e algoritmos computacionais para estudar e definir os agentes do sistema, assim como as interações dos mesmos (Smaldino, 2015).

A MBA pode ser entendida como o estudo computacional de agentes em um sistema formado de entidades autônomas que podem evoluir conjuntamente (Janssen, 2005). Trata-se de um conjunto de técnicas computacionais que simulam agentes heterogêneos e comportamentos adaptativos (Wallick, 2012), cujo propósito é compreender as propriedades envolvidas em sistemas adaptativos complexos, através da simulação (Axelrod, 1997). Conforme Terano (2011), com esses modelos é possível tornar as ciências sociais operacionais, comunicáveis e experimentais. Eles permitem, por exemplo, representar sistemas sociais a partir do princípio de que comportamentos individuais, simples, podem gerar fenômenos sociais complexos (Smaldino, 2015).

Quando comparados com a dedução e a indução, Axelrod (1997) entende que a MBA seria uma terceira via na forma de se fazer ciência. Neste sentido, para Terano (2011), a MBA seria um novo paradigma da modelagem. Nas palavras de Axelrod (1997):

“[I]like deduction, it starts with a set of explicit assumptions. But unlike deduction, it does not prove theorems. Instead, an agent-based model generates simulated data that can be analyzed inductively. Unlike typical induction, however, the simulated data come from a rigorously specified set of rules rather than direct measurement of the real world. Whereas the purpose of induction is to find patterns in data and that of deduction is to find consequences of assumptions, the purpose of agent-based modeling is to aid intuition” (p. 3).

A MBA permite estudar as interdependências entre agentes e suas atividades, e a exploração de questões sociais, econômicas e ecológicas (Helbing & Balmelli, 2012). A MBA de Sistemas Adaptativos Complexos envolve, portanto, a simulação de ações de agentes heterogêneos em um ambiente, também, modelado (Bentley, 2003). Os agentes desses modelos são heterogêneos em relação às suas características constituintes, como estratégia utilizada e parâmetros individuais, sendo a interação entre os mesmos o elemento central da modelagem (Cristelli, Pietronero & Zaccaria, 2012). Cada agente, sendo discreto e autônomo, e perseguindo objetivos locais, pode aprender e ser influenciado pelas ações de outros agentes (Smaldino, 2015). Sob esta perspectiva, os MBA permitem estudar a emergência de macro fenômenos originados a partir de comportamentos micro – individuais – ocorridos nas interações (Janssen, 2006).

Como colocam Dean e colaboradores (2008), esses modelos permitem – além da criação de agentes autônomos e heterogêneos cujo comportamento seria baseado em regras simples – criar paisagens de recursos variáveis que podem ser desenhados arbitrariamente, ou podem ser construídos com base em localidades reais. No caso da Antropologia:

“A set of anthropologically plausible rules defines the ways in which agents interact with the environment and with one another. Altering the agents' attributes, their interaction rules, and features of the landscape allow experimental examination of behavioral responses to different initial conditions, relationships, and spatial and temporal parameters. The agents' repeated interactions with their social and physical landscapes reveal ways in which they respond to changing environmental and social conditions” (Dean e col. 2008, p. 1).

Os agentes podem representar indivíduos, unidades familiares ou mesmo vilas inteiras, e diferentes escalas sociais (Bentley, 2003). Cada entidade, ou agente, do sistema é definido por um conjunto de parâmetros e regras a serem seguidas (Iwamura et al., 2014). Helbing e Baliaetti (2012) enumeram algumas das propriedades que podem ser atribuídas a agentes que representem indivíduos, entre elas: nascimento, morte, reprodução, necessidades individuais sobre recursos, habilidades de competição, percepção, curiosidade, memória, mobilidade e troca. Os agentes seriam, assim, entidades autônomas que tomariam decisões, cada qual avaliando suas condições locais e fazendo suas escolhas através de um determinado conjunto de regras (Bonabeau 2002). As regras do tipo *se/então* (Halbing & Baliaetti, 2012) norteariam o comportamento dos agentes dadas as suas interações com outros agentes e com o seu meio. Suas interações trariam, portanto, o resultado que se busca através da modelagem (Winterhalder, 2002).

Os Modelos Baseados em Agentes podem, ainda, apresentar auto-organização, robustez frente a pequenas interferências, transições de fase e criticalidade auto-organizada representada por eventos extremos (Helbing & Baliaetti, 2012). As interações entre agentes nesses modelos podem levar à emergência de padrões comuns ao sistema como um todo (Axelrod, 1997; Bentley, 2003), que não seriam compreendidos a partir da análise apenas das ações individuais (Halbing & Baliaetti, 2012). Esta característica dos MBA, de permitir a identificação de comportamentos e estruturas que emergem a partir de variáveis individuais, permite capturar fenômenos emergentes altamente imprevisíveis e difíceis de abordar com modelos tradicionais (Holcombe et al., 2012). A MBA, segundo Bonabeau (2002), seria a abordagem canônica para se modelar esses fenômenos.

No caso dos fenômenos emergentes de dinâmicas sociais, Smaldino (2015) acredita que há três grandes desafios que seriam enfrentados: i) o fato de que as dinâmicas de grupo muitas vezes podem ser compostas de diferentes níveis de interação, com indivíduos, grupos e estruturas se influenciando mutuamente; ii) em dinâmicas sociais existe a presença de *feedbacks* entre esses diferentes níveis de organização social e iii) seria necessário considerar a presença da memória nesses modelos, uma vez que os estados dos agentes desses sistemas seriam sempre

dependentes do seu momento anterior, visto que os *inputs* recebidos previamente, seja do ambiente, seja de outros agentes, influenciariam as ações individuais em momentos seguintes. Os pontos colocados por Smaldino (2015) e apresentados aqui, expõem as dificuldades de se modelar fenômenos de grupo e dinâmicas sociais.

Entre as principais críticas à Modelagem Baseada em Agentes estão: a crítica de Lucas (1976), sobre a falta de validação com casos reais (Dean et al., 2008); a falta de informação empírica para parametrização dos modelos (Iwamura et al., 2014); e a ausência de uma forma comum de comunicar os modelos na literatura (Grimm et al., 2006). A crítica feita por Lucas (1976) frente aos modelos baseados em agentes, coloca em questão a supervalorização dos modelos em detrimento dos próprios problemas de pesquisa. Para o autor existiria o risco de que ao longo da avaliação do funcionamento do próprio modelo computacional a realidade fosse deixada em segundo plano. Lucas identifica sua crítica nos modelos de dinâmicas sociais que implementam uma determinada regra a se seguir quando os sistemas que se deseja modelar se encontram em ambientes nos quais a própria regra esta sujeita à mudanças. A utilização de regras imutáveis atribuídas aos agentes poderia, em certo sentido, forçar a ação dos indivíduos mesmo quando estas não seriam interessantes para eles (Wallick, 2012).

A crítica feita por Dean e colaboradores (2008) também é pontuada por Holcombe e colaboradores (2012). Os autores reforçam a necessidade de que os agentes devem ser plausíveis, de maneira que seu comportamento deve ser baseado em dados experimentais. Embora essa abordagem seja potencialmente poderosa, os modelos baseados em agentes permanecem sem verificação até que sejam validados com casos reais, sendo o grau de aproximação entre ambos, que deveria levar o modelo a ter sua validade assegurada. Iwamura et al. (2014) reforçam a dificuldade em se parametrizar os modelos, dada a possível ausência de dados e informações em diferentes contextos.

Por fim, Grimm et al. (2006) pontuam a falha metodológica existente na ausência de um protocolo comum para a descrição de modelos computacionais em artigos

científicos. As descrições muitas vezes vagas e incompletas, segundo os autores, dificultam a interpretação de dados apresentados e impossibilitam a reprodução dos modelos por outros pesquisadores para que se faça a verificação dos mesmos. A falta de um protocolo comum de descrição dos MBA, embora ainda sem um consenso assegurado, vem sendo superada a partir da proposição do protocolo ODD (*Overview, Design Concepts, Details*) por Grimm et al. (2006), posteriormente atualizado por Grimm et al. (2010). A adesão expressiva ao ODD, norteia a escolha feita aqui por apresentarmos o modelo de origem e evolução da DMH nestes mesmos moldes. O protocolo ODD será descrito abaixo e sua aplicação ao nosso modelo será apresentada no capítulo seguinte.

4.5 O PROTOCOLO ODD

Conforme discutido na sessão anterior, os Modelos Baseados em Agentes vem sendo aplicados na ecologia, ciências sociais, economia, demografia, geografia e nas ciências políticas (Grimm et al., 2006). Esta ampla utilização teria sido acompanhada de dois problemas: o primeiro seria a ausência de um protocolo comum de descrição e, o segundo, o uso de uma descrição verbal que não deixaria claro quais equações, rotinas e regras estariam sendo utilizadas nos modelos construídos (Grimm et al., 2006). A descrição simplificada dificultaria a avaliação desses modelos, motivo que teria levado à proposição do protocolo ODD (*Overview, Design Concepts, Details*) (Grimm et al., 2006). O uso de um protocolo comum de descrição e leitura dos modelos publicados em todas as áreas da ciência que se utilizam dos MBA, os tornaria mais fáceis de serem avaliados e replicados (Grimm et al., 2010).

Conforme Grimm e colaboradores (2010), em três anos após a publicação do protocolo ODD (Grimm et al., 2006) este teria sido utilizado em mais de 50 publicações, tendo sido, também, incluído no portfólio de abordagens do *Open ABM Consortium*, formado em 2007. Para os autores, a alta proporção (75%) de uso correto e quase completo do protocolo proposto em 2006 demonstraria seu valor

para a comunidade científica (Grimm et al., 2010), o que o teria levado a ser revisto e atualizado. Dessa forma, optou-se por descrever o modelo deste trabalho seguindo o referido protocolo.

O protocolo ODD é constituído pelo seguinte formato⁸: *Overview (Purpose; Entities, State Variables, and Scales; Process overview and scheduling), Design Concepts (Basic principles; Emergence; Adaptation; Objectives; Learning; Prediction; Sensing; Interaction; Stochasticity; Collectives; Observation), Details (Initialization; Input data; Submodels)*. Cada um dos identificadores será apresentado de maneira resumida a seguir, o que significa que a leitura destes não substitui o trabalho original. Para uma compreensão detalhada e específica do protocolo ODD recomenda-se a leitura dos originais (Grimm et al., 2006; Grimm et al., 2010).

4.5.1 Overview

Purpose – trata do propósito do modelo, ou seja, das questões, problemas ou hipóteses que estariam por trás da concepção do mesmo. Aqui deve ser apresentada a síntese dos objetivos para os quais o modelo foi construído, e não o seu funcionamento ou para o que este será posteriormente utilizado.

Entities, states variables, and scales – neste tópico devem ser esclarecidas quais as entidades presentes no modelo, assim como as variáveis, ou atributos que as caracterizam e compõem. Deve-se, também, esclarecer as condições espaciais e temporais às quais estas entidades estão sujeitas. Muitos MBA contêm os seguintes tipos de entidades: agentes/indivíduos, unidades espaciais, ambiente e coletivos (entidades que representam agregados, como as famílias ou as empresas, por exemplo).

Process overview and scheduling – Esclarecem-se, aqui, as ações das entidades e, também, a ordem na qual estas estão organizadas dentro do modelo. É

⁸ Em se tratando de um protocolo proposto em língua inglesa optou-se, aqui, por mantermos os termos sem tradução para que o significado pretendido pelos autores (Grimm et al., 2010) não se perca.

importante descrever a estrutura temporal do modelo, contínua ou discreta, o que pode requerer o uso de pseudo-código para que a replicação do modelo seja possível.

4.5.2 Design Concepts

Basic principles – aqui devem ser abordados os princípios, as hipóteses e teorias sobre as quais a construção do modelo foi baseada, e como estes se relacionam com o propósito do estudo. Deve-se, também, pontuar em que parte do modelo estes princípios estão sendo levados em consideração, seja de maneira explícita ou implícita.

Emergence – esclarece-se, aqui, quais resultados ou *outputs* se espera do modelo, e que deveriam ser encontrados a partir dos traços e comportamentos dos agentes. Este tópico trata, portanto, daquilo que se espera observar coletivamente de maneira menos dependente das ações individuais.

Adaptation – todos os agentes devem seguir regras ou apresentar comportamentos em resposta a mudanças, sejam elas internas aos agentes ou externas, as quais devem ser pontuadas. Explicar se tais regras e comportamentos estão sendo medidas como algum tipo de sucesso ou estariam sendo refletidas no comportamento reprodutivo dos agentes. Deve-se apresentar, aqui, os processos adaptativos dos agentes.

Objectives – segundo os autores, se algum objetivo deve ser alcançado através dos traços adaptativos dos indivíduos de maneira a aumentar algum tipo de medida de sucesso individual, este deve ser esclarecido. Deve-se esclarecer, também, quais os critérios de escolha tomados na simulação.

Learning – no caso de algum traço individual adaptativo mudar ao longo do tempo dadas as experiências individuais, deve-se esclarecê-lo aqui.

Prediction – caso exista entre os agentes algum processo de tomada de decisão, de maneira que estes busquem antecipar um estado futuro do sistema, do ambiente ou dos agentes, antes de tomar uma decisão no momento presente, este processo deve ser esclarecido.

Sensing – neste tópico deve-se esclarecer quais variáveis individuais e externas (ambientais) os agentes devem perceber e levar em consideração para as suas ações. Tudo o que o agente percebe e influencia na sua tomada de decisão e nas suas ações precisa estar claramente descrito.

Interaction – as diferentes interações que podem se dar entre agentes devem ser apresentadas, assim como devem ser esclarecidas as formas com que estas se dão.

Stochasticity – deve-se pontuar todos os processos que contém fatores aleatórios, ou parcialmente aleatórios.

Collectives – caso os agentes formem grupos ou coalisões que afetem as formas com que estes ou outros agentes realizam suas ações ou tomem suas decisões, estes devem ser pontuados aqui, assim como as alterações derivadas destes coletivos.

Observation – por fim, deve-se pontuar quais os dados que estão sendo coletados, como e em que momento do modelo estes estão sendo retirados para análise.

4.5.3 Details

Initialization – neste tópico deve-se explicitar todas as condições do modelo no instante $t = 0$, ou seja, quais são as entidades, seu número, e em que disposição estão distribuídas, assim como qual o valor de cada variável antes que se iniciem as dinâmicas. Aqui, faz-se necessário esclarecer, também, se as condições iniciais

serão sempre as mesmas ou se estas mudam conforme novas realizações do modelo são efetuadas.

Input data – caso o modelo utilize *inputs* de fontes externas, como arquivos ou outros modelos, estes devem ser esclarecidos aqui.

Submodels – este último tópico do modelo contempla a descrição detalhada do que foi listado no item *Process overview and scheduling*. Este é o momento de pontuar quais são os parâmetros, suas dimensões e seus valores de referência; ou seja, para ilustrar a parametrização.

5. MODELO

5.1 INTRODUÇÃO AO MODELO

Para testarmos a nossa hipótese referente à origem e evolução da desigualdade material hereditária (DMH) construímos, sob a perspectiva dos Sistemas Adaptativos Complexos (SAC), um Modelo Baseado em Agentes programado na linguagem *Python*. A construção deste modelo teve como base a literatura apresentada no Capítulo 2 – formas e tipos de organização social, as mudanças evidenciadas ao longo da transição para a DMH e as teorias e hipóteses que buscam explicar esses fenômenos – no Capítulo 3 – estudos de caso selecionados, a Mesopotâmia e a Costa Noroeste da América do Norte – e no Capítulo 4 – apresentação dos SAC e sua aproximação às questões socioambientais.

O objetivo do modelo foi responder às nossas perguntas de pesquisa: existem fatores comuns aos diferentes processos de emergência da estratificação social que sejam capazes de explicar este fenômeno? Se existem, quais são eles? Ou, se não existem, a emergência da estratificação social poderia se dar em condições e contextos locais específicos, de maneira que realidades distintas poderiam levar a um mesmo resultado?

Assumimos a desigualdade material hereditária como uma propriedade emergente dos sistemas sociais humanos, bem como um possível estado de organização dos mesmos, uma vez que estes sistemas foram tratados aqui como Sistemas Adaptativos Complexos. Para nós, a DMH representaria, por tanto, a conformação resultante de um conjunto de regras individuais e de parâmetros sociais e ambientais os quais, quando propriamente combinados, teriam levado os sistemas sociais humanos à reorganização. Esse conjunto de parâmetros poderia ser o mesmo, independentemente da região geográfica e do período histórico considerados, constituindo-se em fatores *sine qua non* para o surgimento da DMH

ou, alternativamente, o surgimento da DMH poderia ser um caso de convergência adaptativa, decorrente de fatores localmente específicos.

Para fins da construção do modelo, consideramos os sistemas sociais humanos como Sistemas Adaptativos Complexos (GILL-MANN, 1994; HOLLAND, 1993; HOLLAND; MILLER, 1991; LANSING; KREMER, 1993; PALMER, 1993), isto é, como sistemas compostos por um grande número de agentes que interagem entre si e com o seu meio, e que se adaptam ou aprendem com essas interações (HOLLAND, 2006). De maneira que esta premissa norteou tanto a identificação dos parâmetros que compuseram o modelo como, também, as dinâmicas e as relações de interação dos indivíduos dentro dos grupos.

Os agentes, aqui, representam os indivíduos, e as unidades espaciais, as diferentes áreas potencialmente ocupáveis do meio ambiente. O meio ambiente, assim, foi modelado como um conjunto de regiões conectadas, como nós em uma rede, as quais receberam suas próprias atribuições de capacidade de carga, regeneração e previsibilidade, formando no conjunto um cenário que remete à ideia do mosaico ecológico identificado no Capítulo 3. Da mesma forma, os agentes foram modelados contemplando-se suas diferenças individuais de habilidade e estratégia, sendo suas principais atividades de sobrevivência a produção e o consumo. A seguir faremos a recapitulação deste cenário identificado de maneira a pontuarmos a síntese do modelo da origem da DMH.

5.2 DA LITERATURA PARA O MODELO

Conforme a literatura avaliada no Capítulo 3, a transição de formas de organização igualitárias para outras materialmente desiguais parece ter envolvido a ocupação de ambientes heterogêneos, por vezes classificados como mosaicos (WILKINSON, 2000), nos quais haveria variação entre diferentes *habitats* e recursos que poderiam estar localmente mais, ou menos, disponíveis (MOSS; ERLANDSON, 1995). Neste sentido, as fontes de recursos mais exploradas, seja para a pesca ou a agricultura,

teriam sido aquelas de maior potencial produtivo, muitas vezes localizadas em regiões delimitadas, nas proximidades de grandes corpos d'água. De maneira que tanto na Mesopotâmia como na Costa Noroeste verificou-se a dispersão dos grupos de acordo com a capacidade produtiva local (AMES, 1981; STEIN, 1994; WILKINSON, 2000).

De acordo com o que foi discutido no Capítulo 3, este tipo de ambiente, quando avaliado em sua escala macroscópica, se aproximaria do conceito de circunscrição ambiental proposto por Carneiro (1970), configurando espaços territoriais definidos e limitados, neste caso, por grandes barreiras. Na Costa Noroeste, a disposição recortada por afloramentos, montanhas e corpos d'água (MOSS; ERLANDSON, 1995), comporia uma paisagem desse tipo, com limitação ou isolamento ambiental. Contexto semelhante seria o da região da Mesopotâmia, em que a ocupação das margens dos grandes rios teria sido imprescindível para o cultivo agrícola (STEIN, 1994; 2012), uma vez que, segundo Huot (1992), a verdadeira Mesopotâmia seria delimitada pelas montanhas de Zagros e a Placa Árabe, formando uma calha de áreas mais e menos produtivas, dentro de um mosaico de diferentes capacidades produtivas.

Complementarmente, em termos sociais, notou-se que o processo de transformação das populações anteriormente igualitárias teria envolvido o crescimento populacional – fenômeno presente em ambos os estudos de caso – a partir de pequenos grupos compostos de algumas dezenas de indivíduos (ANDREFSKY, 2004; WILKINSON, 1990). Estes grupos teriam alcançado, após a transição para a DMH, contingentes populacionais de centenas a milhares de indivíduos (GROSSMAN; HINMAN, 2013; MOSS; ERLANDSON, 1995). Este processo pode ser evidenciado a partir das habitações encontradas nos sítios arqueológicos, que se apresentam mais numerosos e complexos conforme nos aproximamos dos períodos históricos recentes (ANDREFSKY, 2004; BEN-SHLOMO; GARFINKEL, 2009; CHATTERS, 2004; HUOT, 1992; KUIJT; PRENTISS, 2004). Desta forma, no modelo buscou-se contemplar as dinâmicas populacionais, possibilitando a capacidade reprodutiva e de morte dos agentes, a sedentarização e o crescimento populacional, processos estes que estariam

correlacionados com a complexificação social e a emergência da DMH (DIAMOND, 1997).

Nos dois estudos de caso investigados, outros fatores como a existência de excedentes (ALLEN, 1997), a possibilidade da centralização e do controle sobre os recursos (ARNOLD, 1992; FRANGIPANE, 2007; HENRICH; BOYD, 2008) e a existência de tecnologias de estocagem (SUMMERS, 2005), identificadas direta e indiretamente no registro arqueológico, foram encontradas. Isso aponta para a existência de fatores comuns à emergência da desigualdade material hereditária, mesmo em diferentes contextos ecológicos, sociais e históricos, razão pela qual foram contemplados no modelo computacional apresentado a seguir. Pela mesma razão, as dinâmicas de fluxo de recursos entre indivíduos e a possibilidade de estoque e herança, também foram incluídos.

No que diz respeito às características dos indivíduos (agentes) que estariam associadas ao processo de transição social abordado aqui, optou-se por desconsiderar os modelos de busca por prestígio (CLARK; BLAKE, 1994) e de controle das esferas simbólicas referentes às experiências rituais e religiosas (DIAMOND, 1997). Não identificamos, de forma clara, o papel do indivíduo nestas questões, tanto na literatura geral (Capítulo 2), como nos estudos de caso (Capítulo 3), de maneira que optamos por não inserir parâmetros de motivação subjetiva como possíveis forças de atuação em nosso modelo.

Entretanto, as dinâmicas de fluxo de recursos dentro da população, o compartilhamento e a troca (BOWLES, SMITH; MULDER, 2010; GURVEN et al., 2010; MULDER et al., 2010; SHENK et al., 2010; SMITH et al., 2010a; SMITH et al., 2010b), assim como as relações de distribuição, competição e cooperação (CLARK; BLAKE, 1994; FRANGIPANE, 2007; HAYDEN, 1981; KAPLAN et al., 2009; KENNETT et al., 2008) nos pareceram plausíveis entre as populações materialmente igualitárias (Arnold, 2004, Sahlins 1972) e aquelas desiguais (PRICE; FEINMAN, 1995), tendo sido, assim, implementadas no modelo.

Em síntese, dado o diagnóstico construído a partir dos Capítulos 1 - 4, compuseram o modelo as seguintes variáveis: os *recursos ambientais*, a *capacidade regenerativa do meio*, a *previsibilidade produtiva* (incerteza), a *habilidade* dos agentes, o *estoque* e a *demandade consumo* individual. Os parâmetros que complementaram o modelo foram: a *capacidade máxima de estoque* individual, a *probabilidade reprodutiva* dos agentes, a taxa de *herança* e o *interesse* sobre as dinâmicas de fluxo dos recursos (empréstimos e doações).

As variáveis de *recurso*, *regeneração*, *previsibilidade*, *habilidade* e *demandade energética* foram atribuídas de forma a variar entre as unidades espaciais e os agentes segundo um padrão de distribuição normal (curva normal). Ou seja, quando é inicializado o modelo, os valores individuais dessas variáveis são atribuídos tanto aos ambientes quanto aos agentes dada uma média e um desvio padrão específicos, de forma que, no conjunto, os valores individuais são atribuídos aleatoriamente compondo, para cada variável, a distribuição normal. Cabe ressaltar que seus valores específicos, no entanto, não tem base empírica, isto é, não seguem dados primários ou pesquisas específicas de necessidade de consumo, habilidade, gasto energético ou capacidade de estoque. Eles foram, por tanto, inseridos sem unidade específica, com o objetivo de ilustrar o comportamento geral dos cenários e sistemas.

Dadas as condições de inicialização do modelo, a dinâmica entre os indivíduos se dá através de sucessivas iterações ao longo do tempo, as quais seguem, todas, um mesmo caminho geral (Figura 5.1). Cada unidade temporal – dada a composição discreta do tempo – representa um passo (*step*) na realização da dinâmica, composta por duas mil unidades. São nos *steps* que os agentes do modelo realizam as suas ações e interações de forma que no decorrer da dinâmica se torna possível observar os seus efeitos. A atividade principal dos agentes, conforme mencionado, é a *produção*, ou a busca por recursos, tratada aqui de maneira genérica, não sendo consideradas as diferenças entre caça e cultivo.

Caso os agentes venham a não satisfazer sua *demandade energética*, eles podem receber a *doação* de um agente vizinho ou, ainda, podem recorrer ao *empréstimo*

de outro vizinho. As dinâmicas de doação e empréstimo criam e mantêm vínculos entre os agentes, que podem ser satisfeitos pela *retribuição* (altruísta) ou pela *cobrança* (egoísta). Desta forma, os indivíduos podem ser tanto doadores – altruístas – como só cederem seus recursos mediante condição de empréstimo – egoístas.

Figura 5.1 – Fluxograma das funções executadas pelos agentes em cada *step* (rodada)

Para as dinâmicas de interação e fluxo de recursos definimos que, na inicialização, os agentes seriam, então, divididos aleatoriamente entre as duas estratégias, a altruísta e a egoísta. Desta forma, pudemos avaliar a interferência do *ethos* de cooperação e de competição em diferentes contextos. Definimos, assim, que os altruístas seriam os agentes que compartilhariam seus recursos, uma vez que tenham excedido a sua própria demanda individual. Altruístas doam e, também, retribuem as doações recebidas. Egoístas, por sua vez, não doam, embora possam receber doações. Os egoístas repassam recursos somente mediante uma solicitação, o que cria uma relação de dívida entre os agentes. Esta condição possibilita ao egoísta cobrar a retribuição do seu favor.

Os agentes do modelo podem, ainda, se movimentar pelo espaço de maneira que a *migração* foi colocada a eles como uma opção entre as atividades que podem ser realizadas na busca pela satisfação individual das *demandas energéticas* de

consumo. Os agentes que não as satisfazem permanecem com um *déficit*, que pode ser anulado pelas dinâmicas de fluxo de recursos entre os indivíduos ou, ainda, pode levá-lo à *morte*, caso este falhe sucessivas vezes ao tentar se alimentar. Os agentes podem, ainda, se *reproduzir*, possibilitando o crescimento ou mesmo do colapso no número total de indivíduos durante a dinâmica.

As dinâmicas podem apresentar diferentes efeitos sobre o número total de indivíduos, a quantidade de doações realizadas pelos agentes altruístas, a quantidade de empréstimos feitos pelos agentes de estratégia egoísta, o tamanho dos estoques individuais e as diferenças entre estes estoques. Esta última, a diferença entre os recursos de cada indivíduo, foi utilizada como medida para estudar a desigualdade material dos agentes, através da variação entre o tamanho dos estoques ao longo do tempo. Desta maneira, diferentes cenários ambientais e sociais podem apresentar diferentes dinâmicas e comportamentos do sistema como um todo.

Optamos por manter no modelo computacional apenas as variáveis e parâmetros que identificamos como comuns aos dois estudos de caso, dado o amparo da literatura previamente discutida. Para uma descrição detalhada que permita a avaliação densa do modelo produzido e, também, possibilite a sua reprodução futura, optamos por seguir um protocolo já estabelecido pela comunidade científica que realiza experimentos com Modelos Baseados em Agentes. A visão geral do modelo, o design proposto e o seu funcionamento serão descritos a seguir, utilizando o Protocolo ODD (Overview, Design Concepts, Details) proposto por Grimm et al. (2006) e revisado por Grimm et al. (2010), conforme discutido no Capítulo 4.

5.3 O MODELO DA DMH SEGUNDO O PROTOCOLO ODD

5.3.1. Visão Geral (Overview)

5.3.1.1 Propósito

O modelo foi construído com o propósito de testar o problema da origem e evolução da Desigualdade Material Hereditária (DMH) entre populações humanas, a partir da perspectiva dos Sistemas Adaptativos Complexos (SAC). Seu objetivo foi aproximar os estudos evolutivos humanos da classe de fenômenos conhecida como Sistemas Adaptativos Complexos, de maneira a vislumbrar sua capacidade explicativa. Com este modelo foi possível oferecer subsídios para a discussão sobre a viabilidade de um modelo geral que possa tratar de um tipo de processo de transição entre diferentes formas de organização social, processo este que teria ocorrido entre diferentes populações humanas, em diferentes contextos geográficos, climáticos e ecológicos.

5.3.1.2 Parâmetros e escala

O modelo foi composto por duas diferentes entidades, são elas os agentes e o ambiente. Todos os agentes são compostos pelo mesmo conjunto de parâmetros, como será apresentado em seguida. Existe apenas uma diferenciação programada entre os agentes do modelo, que é sua estratégia: *egoísta* ou *altruísta*. Esta distinção se aplica às dinâmicas entre vizinhos, descritas em detalhe no item 5.3.3.3. As unidades espaciais, por sua vez, foram também compostas por um mesmo conjunto de parâmetros discutidos a seguir.

Segundo a concepção do modelo, os indivíduos seriam formados pelos seguintes parâmetros: 'habilidade', 'estoque', 'estoque máximo', 'demanda de consumo', 'probabilidade reprodutiva', 'taxa de herança', 'estratégia' (*altruísta* ou *egoísta*), 'limiar de dívida', 'limiar de morte' e 'taxa de juro' (interesse sobre doações e empréstimos). Destes parâmetros, somente o 'estoque' varia durante as interações, sendo todos os outros parâmetros constantes para todas as dinâmicas que seguem

da inicialização do modelo. Os indivíduos foram pensados como entidades biológicas, de maneira que além da sua capacidade física de produção eles apresentam sua demanda energética de consumo e sua capacidade reprodutiva.

O ambiente foi construído sob o formato de uma rede composta por sítios – as unidades espaciais – que podem ser organizados de diferentes maneiras como, por exemplo, sob o formato de grade quadrada ou em rede circular. Para além disso, a conexão entre os sítios pode ser estabelecida de maneira regular, aleatória, total ou *small world*⁹. Os sítios são compostos por seus ‘recursos iniciais’, ‘recursos momentâneos’, ‘taxa de recuperação’ e ‘previsibilidade’. Destes, somente a quantidade de ‘recursos momentâneos’ varia ao longo da dinâmica. Convencionou-se que o ambiente pode variar localmente de forma que os valores relativos aos parâmetros das suas unidades constituintes são atribuídos individualmente.

5.3.1.3 Visão geral do processo e agendamento

O modelo foi desenhado com a estrutura de dados orientada ao objeto, com dinâmica temporal discreta. Cinco objetos foram construídos para compor o modelo: o Sítio, o Link de Dívida, o Link de Doação, o Agente e a Dinâmica. O Sítio e o Agente definem as entidades do modelo, os Links são os objetos que arquivam todas as relações de dívida e de doação que venham a ser feitas durante a dinâmica, servindo como memória para o modelo. Nele ficam registrados quem emprestou ou doou recursos, quem os recebeu e quanto foi passado de um agente para o outro. A Dinâmica é o objeto que realiza a inicialização do modelo, atrelado a um arquivo de inicialização. Na Dinâmica ficam descritas as diferentes topologias que o ambiente pode assumir, assim como o tempo máximo de interação – constituído por unidades discretas chamadas aqui de *step*, ou *time step* – o número de realizações da dinâmica, e o algoritmo que define a sequência de ações que os agentes realizam em cada *step* (passo) do modelo.

⁹ Conforme Watts e Strogatz (1998).

Quando o objeto Dinâmica é inicializado são, então, atribuídos os valores específicos de cada uma das *state variables*. Sua estrutura de dados define para todos os sítios que se deseja simular, seus '*recursos iniciais*', '*recursos momentâneos*' e '*taxa de recuperação*', distribuídos aleatoriamente dentro de uma distribuição normal, cujos valores de média e desvio padrão derivam do arquivo de inicialização. No instante $t = 0$, os valores de '*recursos momentâneos*' serão iguais aos valores de '*recursos iniciais*'. O valor '*momentâneo*' será alterado ao longo da simulação, enquanto o valor '*inicial*' será mantido como base para o primeiro. Por fim, os sítios recebem seus valores de '*previsibilidade*', seguindo também uma distribuição normal aleatória, cujos valores de média e desvio padrão foram inseridos manualmente no arquivo de inicialização.

Da mesma forma que a inicialização do objeto Dinâmica atribui os valores aos *parâmetros* dos sítios, os agentes também recebem aqui a sua atribuição correspondente. Para todos os agentes que se deseja simular inicialmente, cada um é inserido em uma mesma lista geral, por onde são acionados, quando necessário. Cada agente recebe o valor de sua '*habilidade*', seguindo uma distribuição normal aleatória cujos valores de média e desvio padrão seguem o arquivo de inicialização. Os valores iniciais de '*estoque*' dos agentes são então zerados, de maneira a garantir que nenhum agente comece a dinâmica com qualquer quantidade de recursos estocados. O valor de '*estoque máximo*' dos agentes é então atribuído manualmente, distribuído de forma igualitária entre todos os agentes, a partir do arquivo de inicialização. O mesmo é feito com a '*demand de consumo*' dos agentes, que varia na população segundo uma distribuição normal aleatória.

Todos os valores de parâmetros adicionados na inicialização do objeto Dinâmica são inseridos a partir do arquivo de inicialização, apresentado no tópico 5.3.3.1. A '*probabilidade reprodutiva*' é a mesma para todos os agentes, desconsiderando uma definição *a priori* de sucesso reprodutivo. O mesmo é feito com a '*taxa de herança*' dos agentes, atribuída de maneira homogênea entre os agentes. A '*estratégia*' dos agentes (*altruísta* ou *egoísta*) é atribuída de maneira aleatória, assim como a associação entre os agentes e os sítios que serão ocupados,

podendo um mesmo sítio receber mais de um agente. Na inicialização do modelo, os agentes ainda recebem o valor do seu 'limiar de dívida' e do '*limiar de morte*', definidos em função da '*demanda de consumo*' de cada agente. A '*taxa de juros*' é por fim atribuída, sendo igual para todos os agentes.

Em seguida da inicialização do objeto Dinâmica, são colocadas as funções de definição de estrutura e tipos de conexão entre a rede de sítios que forma o ambiente. Sua descrição detalhada será suprimida deste tópico dados os diferentes métodos possíveis de construção das mesmas. Basta pontuar que no arquivo de inicialização do modelo é possível escolher se a simulação ocorrerá em um ambiente de rede do tipo grade, ou círculo e, também, se as unidades espaciais estarão conectadas de maneira regular (grade com quatro vizinhos, círculo com dois vizinhos), aleatória, total (todo sítio é vizinho de todos os sítios) ou, ainda, seguindo um padrão do tipo *small world*.

A descrição da dinâmica, das regras que são reiteradas, representam cada unidade temporal do modelo, define a ordem da dinâmica. Sua estrutura contém a ordem das ações dos agentes, iniciando-se com a função de *produção*. Na sequência tem-se as funções de *cobrança*, *retribuição*, *doação*, *consumo*, *regeneração ambiental* e, por último, a função de *reprodução dos agentes*. A função de *produção* é composta por duas ações. Primeiramente a função confere se o agente tem em seu '*estoque*' mais do que ele pode acumular ('estoque máximo'); em caso positivo a função atualiza seu '*estoque*' para o valor de '*estoque máximo*'. Em seguida, o agente chama a função de *exploração* do sítio ao qual está associado, através do objeto Ambiente. A função de *exploração* confere se a '*previsibilidade do ambiente*' permite ao agente ter sucesso em sua ação. Caso sim, sua produção será igual a um valor mínimo entre os '*recursos momentâneos*' disponíveis naquele sítio, e os mesmos recursos multiplicados pela '*habilidade*' do agente.

Após todos os agentes passarem pela função de *produção*, a função de *cobrança* procura todos os empréstimos existentes entre todos os agentes da dinâmica. Determina-se, então, que todos os agentes em dívida paguem, através da função de *pagamento*. Segundo essa função, os agentes deverão pagar um valor mínimo

entre o que estes têm disponível em '*estoque*' e o valor da dívida, de maneira que seria impossível o agente pagar mais do que tem estocado. O valor disponibilizado é subtraído do '*estoque*' de quem paga e adicionado ao estoque de quem teria realizado o empréstimo. Caso o valor de dívida entre os agentes chegue em zero, sua dívida é eliminada do objeto Link de dívida.

Encerrada a etapa de cobranças executadas pelos agentes de estratégia egoísta – ou seja, aqueles que esperariam um retorno pelo seu auxílio – ativa-se a função de *retribuição*, agora pelos altruístas, avaliando-se quais destes receberam *doações* de outros agentes de estratégia altruísta. Identificados, os agentes se preparam para retribuir o presente recebido, doando um valor mínimo entre o que estes teriam em seu '*i*' e o valor do presente recebido previamente, somado da sua própria '*taxa de juros*'.

Os juros são um dos parâmetros de estudo do modelo, isto é, sua definição se dá na inicialização do modelo e se distribui de forma homogênea entre todos os agentes, independente da sua estratégia. Convencionou-se chamar o interesse dos agentes de *juros*, entretanto nenhum estudo aprofundado sobre dinâmicas econômicas foi feito para embasar esta terminologia. Basta esclarecer que os agentes egoístas emprestam recursos esperando recebê-los de volta, somados de um valor a mais que justificaria, inicialmente, o próprio empréstimo. Agente altruístas, por sua vez, buscam retribuir as doações recebidas somando a elas, quando possível, um valor a mais em agradecimento à ajuda recebida previamente. A função de *doação* é então chamada, avaliando a vizinhança de todos os altruístas e buscando por vizinhos que não tenham links de doação estabelecidos (informações sobre presentes, ou dádivas, são salvas de maneira que os agentes podem acessá-las, como se fossem públicas). Caso existam vizinhos que se enquadrem nestas condições, o agente altruísta irá então doar para ele uma quantidade mínima calculada entre o que ele tem em seu *estoque* e o que o agente selecionado necessita, uma vez que este só virá a receber um presente se sua demanda de consumo não tiver sido satisfeita na rodada anterior.

Encaminhando-se para o final da rodada, o *step* chama a função de *consumo*, para todos os agentes da simulação. A função de *consumo* deve retirar do ‘estoque’ de cada agente o valor mínimo entre o que cada um tem estocado e sua ‘*demanda de consumo*’, processo que representa a ação efetiva do consumo. Isto é, objetivamente a função de *consumo* retiraria do estoque dos agentes o valor igual à sua demanda energética, porém caso o agente não disponha de toda a quantidade a função retira para consumo o que estiver disponível. Para estes casos em que a demanda total não é satisfeita, a própria função atualiza o ‘*déficit de consumo*’ do agente, indicando para o modelo que se trata de um indivíduo que poderá receber ou buscar ajuda na próxima etapa de ação.

Os agentes que terminarem a função de *consumo* com um déficit, ativarão a função de *solução do déficit de consumo*. Essa avalia se o déficit do agente teria superado seu limiar de morte. Em caso positivo, o agente aciona a função de *morte* e é eliminado da simulação. Em caso negativo, a função avalia se o déficit do agente teria superado seu *limiar de dívida*. Caso o agente tenha seu déficit superior ao seu *limiar de dívida* será acionada a função de empréstimo seguida pela função de migração. Caso não seja superior, os agentes cuja *demanda de consumo* não foi satisfeita podem recorrer unicamente à *migração*, buscando outra unidade espacial para produzir e consumir sua *demanda energética*, sem a necessidade de entrar em dívida. Isto é, uma vez que o agente não satisfaz a sua *demanda de consumo* ele poderá buscar um novo sítio para se alimentar.

Definiu-se que os agentes não poderão solicitar um novo empréstimo caso não tenham saldado o Link de dívida previamente estabelecido. No caso do agente não estar em dívida, este irá avaliar se em sua vizinhança há um agente que tenha recursos estocados suficientes para satisfazer sua demanda (o *déficit* gerado na rodada atual). Caso o agente encontre um ou mais vizinhos que detenham tais recursos, ele pede o empréstimo a um vizinho escolhido aleatoriamente (caso exista mais de uma alternativa). Caso o agente escolhido seja um de estratégia egoísta, seu empréstimo será realizado através da função de emprestar chamada pelo agente selecionado. Cria-se um link de dívida que ficará registrado até que a mesma seja saldada. O agente que pediu o empréstimo, então, consome o que

recebeu. Ao final, ativa-se a função de migração, selecionado entre seus vizinhos, aleatoriamente, um sítio potencial que deverá ter mais recursos disponíveis do que o sítio ocupado no momento.

Resolvidas as demandas de consumo, serão recuperados os sítios cujos recursos foram subtraídos ao longo das dinâmicas de produção. A função de recuperação atualiza os ‘recursos momentâneos’ de cada sítio somando a esse valor uma função de crescimento logístico cujo patamar é o valor dos recursos do ambiente no instante inicial da realização. O valor somado será igual ao valor dos ‘recursos momentâneos’ multiplicado por uma constante e, também, por um menos os ‘recursos momentâneos’ divididos pelo valor de ‘recurso inicial’ do sítio.

Por fim, é dada a oportunidade reprodutiva aos agentes. A função de reprodução é executada sorteando um número aleatório a ser comparado com o valor de ‘probabilidade reprodutiva’ de cada agente. No caso de ser, este valor sorteado, menor do que a ‘probabilidade reprodutiva’, a função cria um novo agente que irá herdar todas as *state variables* do agente parental, inclusive sua estratégia, além de herdar, também, uma parcela do seu estoque, que será igual ao estoque do agente que está se reproduzindo, multiplicado pela sua ‘taxa de herança’. Com isso encerra-se cada etapa *step* do objeto Dinâmica.

5.3.2 Conceitos (Design concepts)

5.3.2.1 Princípios básicos

O modelo é estruturado pelas relações ecológicas entre indivíduos (agentes) e meio ambiente. Os agentes têm entre as suas principais ações a produção e o consumo de recursos, os quais, quando extraídos de seus sítios, causam impactos locais no meio. As características individuais relativas à biologia dos indivíduos – sua habilidade – e as características dos sítios – recursos e previsibilidade - variam

seguindo uma distribuição normal. A busca por recursos se dá de maneira a suprir a demanda energética responsável por manter os agentes vivos, sendo este o objetivo de cada agente da simulação. Indivíduos podem se reproduzir dada uma probabilidade fixa, igual para todos, sendo seu sucesso reprodutivo, seu *fitness*, dependente da sobrevivência da sua prole.

Entre as unidades espaciais que formam o ambiente do modelo, a disponibilidade de recursos varia em uma distribuição normal, simulando a heterogeneidade de uma região geográfica qualquer, seja uma área de caça ou de plantio de maneira a representar o ambiente como mosaico (conforme o Capítulo 3). A previsibilidade do ambiente simula a chance que o indivíduo tem de obter retorno da sua ação produtiva, independentemente de ser ele um caçador, coletor ou agricultor. Derivou-se a previsibilidade de retorno da teoria de sedentarização e crescimento populacional (DIAMOND, 1997; PLOG 1999), uma vez que, de acordo com a literatura, a mobilidade esatiria diretamente relacionada com a incerteza do meio (SASSAMAN, 2004). Um ambiente superexplorado poderia ser exaurido, impossibilitando a capacidade regenerativa do meio. Aqui, a recuperação ambiental depende da existência prévia de recursos, de modo que quando todo recurso é retirado de uma unidade espacial, sua função de recuperação retorna sempre a zero.

Dado o propósito deste modelo, os aspectos da vida material que nos pareceram relevantes durante a transição entre a igualdade e a desigualdade material hereditária foram contemplados sob a forma do estoque, e da troca, compartilhamento e doação. A capacidade de estoque, tratada aqui apenas como um parâmetro individual, foi inserida no modelo de maneira que seja possível avaliar seu impacto em diferentes contextos ecológicos e sociais. O compartilhamento, por sua vez, faria parte do *ethos* dos caçadores e coletores, assim como horticultores, os grupos tidos como igualitários, de maneira que a possibilidade de fluxo entre indivíduos de um grupo foi mantida. Por fim, a busca por um ambiente capaz de satisfazer a demanda individual de consumo complementaria este cenário dada a capacidade de migração dos indivíduos, utilizada quando estes não conseguem produzir o que precisariam consumir.

No tocante à possibilidade de fluxo de recursos entre indivíduos, assumiu-se a hipótese de que a transferência de recursos poderia se dar de maneira passiva ou ativa. Isto é, os indivíduos poderiam receber recursos sem que fosse necessário pedir por eles, ou uma vez em necessidade, os agentes poderiam recorrer a outrem. Por esta razão, foram inseridas as funções de pedir, doar, retribuir e pagar (Tabela 1). Estas funções variam de acordo com dois limiares, sendo o limiar de débito, aquele que tornaria possível um agente assumir uma dívida de empréstimo com outro agente, enquanto o limiar de morte retira da simulação quem não satisfaz sua demanda em pelo menos dez rodadas. O limiar de débito só seria ultrapassado após um determinado número de rodadas nas quais o agente não atingiria a satisfação da demanda individual, de maneira que assume-se que um agente somente assume uma dívida quando encontrar-se em suficiente privação nutricional.

Assumiu-se, também, a existência comportamentos egoístas e altruístas entre os agentes, os quais foram atribuídos à ‘estratégia’ dos mesmos para fins de simplificação. Os *altruístas* seriam aqueles que ativamente doam recursos a quem precisa (sejam eles *egoístas* ou *altruístas*), assim como retribuem a outros *altruístas* quando estes eventualmente doam recursos a eles. Os *egoístas*, quando solicitados, fariam um empréstimo que deve ser posteriormente pago, porém não ofereceriam recursos livremente e, tão pouco retribuiriam doações recebidas. Tanto *altruístas*, quanto *egoístas*, podem pedir por recursos, mas só os *egoístas* emprestam, conforme a matriz da Figura 5.3.

PEDIR			DOAR		
	ALTRUÍSTAS	EGOÍSTAS		ALTRUÍSTA	EGOÍSTAS
ALTRUÍSTA	0	+	ALTRUÍSTA	-	-
EGOÍSTAS	0	+	EGOÍSTAS	0	0
PAGAR			RETRIBUIR		
	ALTRUÍSTAS	EGOÍSTAS		ALTRUÍSTAS	EGOÍSTAS
ALTRUÍSTA	0	-	ALTRUÍSTA	-	0
EGOÍSTAS	0	-	EGOÍSTAS	0	0

Figura 5.3 – Agentes na vertical realizam a ação, enquanto agentes na horizontal respondem a ela. No caso, o ‘0’ significa que não existe a ação, enquanto o ‘+’ indica o ganho para o agente que realiza a ação, assim como o ‘-’ indica a perda do agente que realiza a ação, aquele na primeira coluna.

5.3.2.2 Emergência

No modelo, as interações individuais tanto com o meio, quanto com outros agentes, deixam em aberto a possibilidade da formação de grupos. Esses se distinguiriam pelo controle dos recursos estocados, passíveis de serem transmitidos através das gerações. Desta forma, deixa-se em aberto a possibilidade da emergência da desigualdade material hereditária como um possível resultado das dinâmicas do modelo, configurando tanto um comportamento coletivo de manutenção dos recursos entre determinados agentes, como uma estrutura social formada pelas relações e dinâmicas de fluxo dos recursos, constituída a partir daqueles que doam e emprestam para os que recebem e precisam pagar.

5.3.2.3 Adaptação

Os agentes se adaptam ao meio a partir da sua capacidade de satisfazer sua demanda por recursos, configurando este como um SAC. Quando a relação entre as '*habilidades*' dos agentes e os '*recursos disponíveis*' no ambiente ocupado não satisfizerem sua '*demanda energética*', os mesmos precisam buscar alternativas ou então podem morrer. Então, sua primeira decisão envolve ficar, ou mudar de sítio. Os agentes podem migrar para unidades espaciais vizinhas conforme sua *habilidade* não lhe permite satisfazer sua própria *demanda de consumo*. A migração é precedida pela avaliação dos locais próximos, mas a decisão de migrar se dá pela comparação entre a disponibilidade dos recursos no sítio selecionado e aquele já ocupado. Caso o agente persista produzindo menos do que necessita para satisfazer sua própria demanda ele poderá ter seu *déficit de consumo* superior ao seu *limiar de empréstimo* o que significa que a partir deste ponto ele se sujeitará a manter uma dívida com um agente egoísta, como sua última alternativa para se manter vivo.

5.3.2.4 Objetivos

O modelo não foi construído com um critério de sucesso explícito. Os agentes não deverão ser selecionados por algum traço específico. O objetivo de cada agente é satisfazer a sua demanda energética.

5.3.2.5 Aprendizado

Em termos explícitos, não existe no modelo uma capacidade de aprendizado que permita aos agentes desenvolver ou alterar suas relações com o meio. Ou seja, individualmente não existe nenhum processo intrínseco aos agentes que os façam mudar seu comportamento de acordo com a experiência. A única mudança de comportamento prevista pelo modelo se dá quando os agentes cuja produção individual não atinge suas necessidades energéticas ao longo de um número de rodadas que leve seu *déficit* para além do *limiar de dívida*. A partir daí o agente passará a procurar por um empréstimo.

5.3.2.6 Predição

O modelo aqui proposto não se baseia em mecanismos de memória, ou predição. Não existe qualquer mecanismo de tomada de decisão que precise fazer alguma inferência direta sobre o futuro. A única exceção em termos de memória do modelo se dá pela existência dos links de débito e dívida. Uma dívida de empréstimo pode durar um número qualquer de rodadas sem que ela seja esquecida, ficando conhecida por todos os agentes enquanto não for saldada. Isto é, um agente sempre sabe de quem cobrar e para quem não emprestar recursos.

Agentes cuja demanda energética não seja satisfeita durante um certo número de rodadas podem realizar uma inferência futura implícita. O limiar de dívida representaria, sob este ponto de vista, o momento em que os indivíduos perceberiam que a chance deles próprios conseguirem vir a produzir recursos suficientes para si seria muito pequena. O ambiente local não os favoreceria, assim como o entorno, de forma que a opção frente à imprevisibilidade seria a busca pelo empréstimo, uma vez que as migrações já realizadas anteriormente tão pouco teriam surtido efeito. Ainda assim, o agente seguirá tentando migrar na busca por um sítio de condições favoráveis.

5.3.2.7 Percepção

O modelo assume que as informações sobre os vínculos de doações e empréstimos são conhecidos por todos os agentes de maneira a impossibilitar que um agente crie sucessivos empréstimos com mais de um agente. As informações referentes aos ambientes podem ser acessadas dentro dos limites de vizinhança dos agentes. Quando os agentes vão migrar, por exemplo, são avaliadas as unidades espaciais do seu entorno de maneira que a comparação da quantidade de recursos potencialmente disponível direciona a tomada de decisão individual. Quando um agente altruísta realiza uma ação de doação, este só doará recursos aos agentes que não tenham saciado sua demanda pessoal, o que significa que os agentes podem ter o conhecimento dos retornos produtivos individuais dos seus vizinhos. De maneira que a informação é local-dependente, isto é, as informações conhecidas pelos agentes seriam apenas aquelas do seu entorno, assumindo que os agentes teriam conhecimento do que acontece próximo a eles.

5.3.2.8 Interação

As interações entre agentes se dão em diversos momentos de uma mesma rodada. Os agentes interagem quando cobram suas dívidas, quando procuram doar recursos, quando retribuem um presente recebido e, também, quando buscam recursos entre um de seus vizinhos. Para além destas interações diretas, os agentes podem se influenciar indiretamente através do impacto que estes causam no ambiente ocupado. Dois ou mais agentes podem ocupar simultaneamente o mesmo ambiente, de maneira que os recursos disponíveis para eles estarão sob um processo de competição indireta. Da mesma forma, um agente que procure migrar poderá sofrer de competição indireta semelhante quando buscar por uma realidade mais favorável para se situar. A competição entre os agentes também pode ser vista nas interações entre indivíduos de estratégias diferentes. No caso, existe uma competição direta baseada nas dinâmicas de doação e empréstimo que, no geral, tende a favorecer os agentes egoístas, como demonstrado no item 5.3.2.1.

5.3.2.9 Estocasticidade

Todas as interações diretas entre agentes envolvem um processo aleatório. Quando um agente produz seu próprio recurso ele tem uma probabilidade de sucesso que se dá pelo sorteio de um número aleatório. Quando um agente migra ele escolhe um sítio vizinho de maneira aleatória, então ele avalia se este teria recursos suficientes disponíveis. Quando o agente procura por recursos entre um dos seus agentes vizinhos ele escolhe um agente para efetivamente pedir recursos de maneira aleatória. Quando um agente altruísta procura por um agente na vizinhança para doar recursos, ele o faz de maneira aleatória. Por fim, todos os agentes têm a mesma probabilidade de se reproduzir em cada rodada e este processo se dá através do sorteio de um número aleatório. A própria distribuição inicial dos agentes no espaço se dá através de um sorteio aleatório, assim como a distribuição de recursos entre as unidades espaciais, e a atribuição de valores de todas as *state variables*, como será esclarecido no item 5.3.3.1.

5.3.2.10 Coletivos, ou agregados

Não foram previstas formações de grupos ou conjuntos de agentes que venham a interferir ou afetar uns aos outros diretamente. O que pode acontecer é a formação de grupos de vizinhança, o que se daria de maneira emergente no sistema, uma vez que a distribuição espacial de agentes, de recursos disponíveis e a escolha de sítio para migração se dão através de processos aleatórios. Entretanto, a presença de coletivos – definidos aqui pela presença e pelo número de vizinhos – aumenta o número as possibilidades de interação dos agentes e, com isso, sua probabilidade de receber uma doação ou encontrar um vizinho para pedir recursos em caso de necessidade.

5.3.2.11 Observação

Para avaliação e estudo do comportamento do sistema simulado, optou-se por coletar os dados relativos ao tamanho final total da população, o tamanho das populações de egoístas e altruístas, a média de recursos estocados na população final, o desvio padrão dos recursos estocados, o número de doações e o número de empréstimos realizados. O tamanho final da população nos dá a medida sobre a influência que um determinado parâmetro teria no sucesso reprodutivo geral da população. A avaliação das populações de altruístas e egoístas, por sua vez, possibilita verificar se determinados contextos ecológicos e sociais favorecem uma ou a outra estratégia. É possível, também, relacionar a estratégia dos agentes com uma possível desigualdade material emergente. A média e desvio padrão dos estoques oferece a visão inicial sobre os padrões de desigualdade material dentro da população, enquanto o número de doações e empréstimos completa a análise sobre a relação entre o tamanho das populações, a variação dos estoques e a eventual busca por recursos entre agentes vizinhos.

Analisou-se, também, a distribuição de estoque entre os agentes na população através da construção de um histograma. Para isso, foram coletados os valores individuais de todos os estoques ao final de cada realização. Esta avaliação foi feita para se ter um diagnóstico mais detalhado sobre a desigualdade material na população, e sobre a formação de grupos ou estratos dentro da mesma tendo como base a quantidade de recursos acumulada pelos indivíduos. Para esta avaliação, foram classificados os estoques em intervalos iguais, divididos em cem vezes entre os valores máximos e mínimos, de maneira a ser possível visualizar como a distribuição dos recursos varia pelos estratos dos grupos.

5.3.3 Detalhes (Details)

5.3.3.1 Inicialização

Conforme mencionado no *Overview* do modelo, para fins de facilitação da manipulação do código e minimização da chance de erros utilizou-se nas simulações um arquivo de inicialização vinculado ao arquivo original do código do modelo. O arquivo de inicialização foi construído, também, para facilitar os estudos dos valores de parâmetros, definindo-se o número de *steps* por realização e o número de realizações feitas para cada valor de parâmetro. Nesse arquivo, também, são colocados manualmente os valores iniciais de todas as *state variables*, assim como são definidos os parâmetros que serão testados, em qual intervalo de valores eles serão avaliados e com que variação entre cada realização. O arquivo do modelo fica responsável por distribuir os agentes pelas unidades espaciais de maneira aleatória, a cada realização.

O arquivo de inicialização tem em sua primeira linha um código para importar o documento da simulação. Tanto o código do modelo, quanto o código do arquivo de inicialização, fazem distinção sobre diferentes escalas temporais da dinâmica, sendo elas os *steps*, as realizações formadas por 2.000 steps, e o final das

realizações (após 250 realizações para cada valor de parâmetro testado). Esta distinção foi feita sob a forma de funções, de maneira a facilitar a impressão dos dados gerados. Assim, as funções geravam os dados no arquivo do modelo e, então, eram transferidas para as funções do arquivo de inicialização, compostas pelos mesmos parâmetros: a simulação, o parâmetro testado, a realização e o *step*. No arquivo de inicialização foram atribuídos os valores de número de sítios (1.024), a média de *recursos* ambientais iniciais para cada sítio, as *parâmetros* de *regeneração* do ambiente, e a *previsibilidade* do ambiente, todos seguindo uma distribuição normal. O número inicial de agentes no modelo foi de 200, seguindo Bowles (2009). Para cada agente, foram estabelecidos seu valor de habilidade média e desvio padrão, o estoque máximo, a demanda média de consumo, e seu desvio padrão, a probabilidade de reprodução (1%), a taxa de herança e a taxa de juro. Os valores serão apresentados conforme estudo de variação de parâmetros no próximo capítulo. Por fim, foi definida a topologia da rede de unidades espaciais a ser modelada. Na maior parte das vezes, foi utilizada a rede quadrada, do tipo grade.

5.3.3.2 Dados de input

O presente modelo não se utiliza de fonte externa de dados para alimentar qualquer variável. Todos os valores de parâmetros utilizados no modelo, adicionados manualmente, não tem correspondência direta com valores reais, tendo sido realizado apenas um estudo sobre o próprio modelo e não seu potencial de aplicação para estudos de caso específicos.

5.3.3.3 Submodelos

Os submodelos do código foram divididos em funções as quais, juntas, configuram todas as ações realizadas ao longo de cada *time step*. São elas as funções de

produção, cobrança, retribuição, doação, consumo, resolução de déficit de consumo, recuperação ambiental e reprodução. Algumas destas funções ativam funções dependentes, como as funções de exploração de recursos, de migração, de pedido de recursos, empréstimo, recebimento de doações, pagamento e morte. A seguir, serão descritos os algoritmos e equações envolvidos, seguindo a ordem de ações estabelecida dentro do objeto Dinâmica do modelo.

A *função de produção* primeiramente elimina quaisquer recursos acumulados pelos agentes que não caibam no seu limite máximo de estoque. O estoque dos agentes é, então, adicionado do valor resultante da função de exploração do ambiente. Esta função, por sua vez, inicia seu algoritmo zerando o valor da variável 'recurso explorado'. A *função de exploração*, então, avalia através de um sorteio aleatório se a previsibilidade do ambiente garante o retorno da ação. Em caso positivo, o valor que a função retornará ao agente será o mínimo entre o que existe de recursos disponíveis naquele sítio e máximo que o agente é capaz de produzir, dada sua *habilidade*. Este valor produzido é, então, subtraído do ambiente causando neste um impacto.

O segundo passo dentro do *time step* foi a cobrança de dívidas, uma vez que novas dívidas podem ser feitas ainda na mesma rodada. Portanto, se fez necessário que a atualização de dívidas fosse feita primeiramente, para que os agentes que conseguissem saldar suas dívidas tivessem a oportunidade de fazer novos pedidos por recursos, pois aqueles que já tem dívida não podem assumir novos compromissos. A *função de cobrança* lista todas as dívidas existentes no objeto *Agente* e define que o valor a ser pago pelos agentes que estão endividados será definido pela função de pagamento. O valor retornado será então subtraído do valor total da dívida. No caso da dívida ser saldada, o link de dívida entre os agentes é automaticamente desfeito, enquanto o agente que fez o empréstimo adiciona o valor retornado da função de pagamento ao seu estoque. A *função de pagamento* define que o valor a ser pago pelo agente endividado igual ao que ele tem em seu estoque não ultrapassando o valor total da dívida. O valor de pagamento será retirado do seu estoque e retornará para o agente que acionou a função de cobrança.

Uma vez realizada a produção de todos os agentes e, também, cobrados os agentes que mantêm links de débito, os agentes altruístas procuram saldar suas dívidas morais com os outros altruístas que teriam lhes doado recursos em uma rodada prévia, quando precisavam. A função de retribuição procura entre todos os agentes, aqueles que tenham um link de doação. Define-se então que o valor da retribuição será igual ao estoque do agente tendo como limite o valor que ele teria recebido como doação multiplicado da sua taxa de juros; ou seja, como se este agente procurasse devolver o que lhe foi dado acrescido dos interesses sobre a dívida que em termos reais não existe. O valor de retribuição é, então, subtraído do seu estoque e, também do link de doação que existe entre estes agentes, sendo somado ao estoque do agente que teria concedido a doação previamente. No caso de o agente conseguir retribuir todo o valor que lhe foi doado previamente o link de doação é desfeito.

Neste ponto, todos os agentes têm em mãos a produção individual da rodada, somada ou subtraída dos valores das dívidas egoístas e das retribuições altruístas. Neste ponto, os altruístas realizam a ação de doação, que consiste inicialmente na avaliação dos seus vizinhos. O altruísta procura entre os sítios vizinhos por agentes que não possuam links de doação ativos e, então, escolhe um dos agentes encontrados de maneira aleatória. O altruísta, então, realiza a doação de uma quantidade de recursos que será definida pela demanda de consumo do agente escolhido podendo ser limitada pela quantidade de recursos que o altruísta tem disponível para a doação. Caso a doação aconteça, o estoque do altruísta será subtraído do valor da doação e o agente contemplado aciona a função que o permite receber o presente. Forma-se, então, um link de doação entre os agentes. O agente contemplado com a função de recebimento da doação, consome a doação imediatamente, abatendo o valor recebido do seu déficit energético total.

Finalmente, os agentes podem consumir sua produção buscando satisfazer a sua demanda energética da rodada, o que é feito através da *função de consumo*. O agente irá consumir o que tem em seu estoque, limitado pelo valor máximo de consumo que será igual à sua *demand energética*. Isto é, o valor máximo que o agente pode consumir em uma rodada é a sua *demand*. Caso ele não tenha

estoque suficiente para satisfazer sua *demand*a ele aumentará seu *déficit*. Caso o agente tenha consumido tudo o que precisa ele terá a oportunidade de consumir ainda mais, caso ele tenha um *déficit* prévio e, também, excedentes.

Os agentes que não tenham satisfeito suas demandas de consumo e, neste caso, chama-se a *função de resolução do déficit de consumo*. Esta função depende diretamente do tamanho do déficit de consumo dos agentes, conforme os limiares previamente estabelecidos no arquivo de inicialização (definimos o limiar de morte como sendo o dobro do limiar de dívida). Após a avaliação do déficit de consumo frente ao limiar de morte do agente, este pode morrer acionando a *função morte*, ou pode buscar por recursos de um dos seus vizinhos caso tenha ultrapassado o limiar de dívida ou, ainda, pode simplesmente migrar.

No caso de o agente não ter ultrapassado seu limiar de dívida, a *função de resolução* lhe dará a oportunidade de migrar, buscando em outra unidade espacial a oportunidade de satisfazer suas próprias necessidades energéticas, sem que venha precisar da ajuda de um egoísta, por exemplo. A *função de migração*, então, avalia todos os sítios vizinhos, escolhe um deles de maneira aleatória e, caso os recursos deste novo ambiente sejam maiores do que o ambiente ocupado, o agente chama a *função de adição* a um sítio, a qual desliga o agente do sítio atual e conecta ele em uma nova unidade espacial.

Entretanto, se o agente tiver ultrapassado seu limiar de dívida, ele irá acionar a função que procura por ajuda, procurando entre os seus vizinhos um agente que tenha recursos em estoque suficientes para sanar sua demanda energética desta rodada (não o seu déficit energético total). Caso encontre mais de um vizinho nestas condições, a escolha será feita de maneira aleatória. O valor de retorno do pedido de ajuda será definido pela função de empréstimo que será dado, caso o agente seja de estratégia *egoísta*. Neste momento será formado um link de dívida entre estes agentes. O agente que recebe a ajuda poderá migrar, segundo a *função de migração* descrita acima. Porém, no caso de o agente ter ultrapassado o limiar de morte, a *função morte* irá remover o agente do sítio ocupado, retirando também todos os links associados ao agente morto. Por fim, o agente é retirado da lista

geral de agentes, de maneira que o mesmo não será mais chamado durante as dinâmicas do modelo.

Dessa forma, chega-se ao final das interações entre os agentes, que produziram, pagaram dívidas com egoístas, retribuíram doações altruístas, fizeram, também, novas doações e consumiram o que tinham em estoque, podendo ter satisfeito sua demanda energética da rodada. Os que não as satisfizeram, puderam migrar, pedir ajuda e em último caso, foram retirados da dinâmica pela função morte.

Neste momento as unidades espaciais do ambiente podem se recuperar do impacto da rodada, através da *função de recuperação*. Esta função se dá sob a forma de uma equação:

$$\text{Recurso } (t+1) = \text{Taxa de regeneração} * \text{Recurso } (t) * (1 - \text{Recurso } (t) / \text{Recurso } (t_0))^{10}$$

Ao final, os agentes têm a chance de se reproduzir. O processo da *função de reprodução* é iniciado através do sorteio de um número aleatório que é testado contra a probabilidade reprodutiva dos agentes. Aqueles que se reproduzirem darão origem a um novo agente cujos valores dos *state variables* serão iguais aos do agente da geração parental. A exceção se dará na quantidade de recursos que o novo agente terá em estoque, definida pela multiplicação do estoque do agente parental pela *taxa de herança* do mesmo, de maneira que o novo agente levará uma fração dos recursos do agente parental. Caso este *step* não tenha sido o último da realização, volta-se para o primeiro passo desta descrição, na *função de produção*.

No próximo capítulo serão apresentados os resultados dos estudos feitos sobre os parâmetros e variáveis do modelo. Desta forma serão avaliadas as hipóteses de pesquisa e as teorias explicativas apresentadas no Capítulo 2, assim como as perguntas de pesquisa que nortearam o trabalho. A partir dos comportamentos identificados no modelo para os diferentes parâmetros ambientais e sociais avaliados discutiremos as aplicações dos MBA e dos SAC para a compreensão da

¹⁰ t_0 = momento da inicialização, antes que se inicie a dinâmica

evolução do comportamento humano, apontando para os possíveis caminhos a se seguir.

6 ANÁLISE DOS DADOS

6.1 RESULTADOS

6.1.1 Parâmetros ambientais

Foram testados cinco dos parâmetros que compõem as unidades espaciais do ambiente simulado: i) a média dos recursos, ii) o desvio padrão dos recursos, iii) a previsibilidade média do ambiente, iv) o desvio padrão da previsibilidade ambiental e v) a taxa de regeneração do ambiente. Para cada valor de parâmetro estudado foram feitas 250 realizações das quais foram tiradas médias relativas à população total final, à quantidade de doações realizadas, à quantidade de empréstimos realizados, ao estoque médio dos agentes e ao desvio padrão do estoque da população. Esta última foi utilizada como medida de avaliação da desigualdade material dentro das populações de agentes.

As unidades espaciais que formam o ambiente simulado receberam, cada uma, sua quantidade de recursos inicial seguindo uma distribuição normal. O estudo da média da curva normal foi feito para os valores 4,0-12,0¹¹ e o que se observou com o aumento da quantidade de recursos disponível no ambiente foi o crescimento da população de agentes seguindo um padrão logarítmico (Gráfico 6.1).

¹¹ Valores inferiores a 4,0 tenderam ao colapso da população.

Gráfico 6.1 – População de agentes variando com a média dos recursos ambientais

Conforme aumentou a quantidade de recursos do ambiente observou-se, também, o aumento na quantidade de doações realizadas entre os agentes altruístas (Gráfico 6.2). O comportamento dessa variável seguiu uma tendência inicial crescente, segundo a linha de tendência polinomial aplicada, apresentando uma possível queda a partir do valor de recurso 8,8. A linha de tendência polinomial explicaria cerca de 60% do comportamento dos dados o que não nos permite afirmar com certeza o que seria esperado para valores de parâmetro superiores a 12,0.

Gráfico 6.2 – Quantidade de doações entre os agentes altruístas variando com a média dos recursos ambientais

A quantidade de empréstimos variou de maneira diferente quando comparada com as doações (Gráfico 6.3). A tendência de queda nos empréstimos aparece com mais clareza, sendo a linha de tendência polinomial de maior poder explicativo aqui. Entre 4,0-6,0 a quantidade de empréstimos apresentou ligeiro crescimento enquanto a partir deste ponto o número de empréstimos passou a decair cada vez mais rapidamente. O gráfico, ainda, passa a impressão de que estaria desacelerando a partir de 10,0 de maneira a se estabilizar em valores de empréstimos próximos a 200.

Gráfico 6.3 – Quantidade de empréstimos entre os agentes variando com a média dos recursos ambientais

No que diz respeito diretamente à emergência da desigualdade material, notou-se que para valores cada vez maiores de recursos disponíveis no ambiente, maiores foram os estoques médios da população (Gráfico 6.4). Entre 4,0-7,0, os valores dos estoque médio aparentam ligeiro crescimento, enquanto que a partir de 7,0 o crescimento do estoque médio dos agentes parece se dar de forma acentuada. A linha de tendência, no entanto, indica um possível crescimento linear do estoque médio das populações, sendo seu R^2 igual a aproximadamente 90%.

Gráfico 6.4 – Estoque médio dos agentes variando com a média dos recursos ambientais

Conforme cresceu o estoque médio entre os agentes a distribuição do estoque dentro da população se tornou cada vez mais desigual conforme aumentou, também, o desvio padrão do estoque populacional (Gráfico 6.5). O comportamento do desvio padrão do estoque se deu de maneira semelhante ao comportamento do estoque médio dos agentes, com a desigualdade aumentando de maneira quase linear ($R^2 = 0,9419$).

Gráfico 6.5 – Desvio padrão do estoque populacional variando com os recursos ambientais

O estudo da média de distribuição normal dos recursos ambientais foi complementado pelo estudo do desvio padrão da mesma curva normal. Para

avaliação do desvio padrão dos recursos disponíveis entre os sítios, foi realizada a sua variação entre 0,1-0,32, a cada 0,01. Enquanto o aumento da média dos recursos favoreceu o aumento populacional dos agentes, o aumento da diversidade do ambiente – resultantes de um maior desvio padrão – parece ter tido um efeito pouco claro (Gráfico 6.6). A busca por linhas ou curvas de tendência se mostrou pouco explicativa e a aplicação de uma curva polinomial de grau três se aproximou pouco mais do que 9% do comportamento real dos dados.

6.6 – População total variando com o desvio padrão dos recursos ambientais

O efeito na quantidade de doações (Gráfico 6.7) e na quantidade de empréstimos (Gráfico 6.8), para o aumento do desvio padrão dos recursos ambientais, tão pouco foi claro. O que é possível notar é que os resultados oscilaram dentro de intervalos de aproximadamente 200 doações e 100 empréstimos, apresentando um efeito estocástico sem tendência definida.

Gráfico 6.7 – Quantidade de doações variando segundo o desvio padrão dos recursos ambientais

Gráfico 6.8 – Quantidade de empréstimos variando segundo o desvio padrão dos recursos ambientais

Enquanto o aumento da diversidade ambiental parece ter efeito contraditório no tamanho da população de agentes e efeito pouco claro na quantidade de doações e empréstimos realizados, o estoque médio dos agentes parece ter sido influenciado de maneira mais clara (Gráfico 6.9). O que se observou foi que, conforme aumentou-se o desvio padrão dos recursos ambientais, o estoque médio dos agentes cresceu, porém, apresentando comportamento oscilatório.

Gráfico 6.9 – Variação do Estoque médio dos agentes segundo o desvio padrão dos recursos ambientais

O aumento do desvio padrão dos recursos do ambiente favoreceu o estoque médio e, também, o desvio padrão do estoque dos agentes (Gráfico 6.10). O comportamento dos dados não aparece de maneira clara, com picos e quedas que poderiam representar a estocasticidade do modelo. No entanto, de maneira geral o que parece é que existe uma tendência de aumento nos valores da desigualdade material, os quais não estão claros.

Gráfico 6.10 – Desvio padrão do estoque variando com o desvio padrão dos recursos ambientais

O terceiro parâmetro ambiental estudado foi a taxa de regeneração do meio, avaliado entre os valores 1,0-2,0 para o parâmetro que representa a velocidade da regeneração ambiental dentro da função proposta no modelo estudado (descrito no Capítulo 5). O aumento da regeneração ambiental causou efeito positivo na população total com o crescimento das populações seguindo uma tendência muito próxima da linear (Gráfico 6.11).

Gráfico 6.11 – Variação da população total segundo a taxa média de regeneração ambiental

Conforme aumentou-se a taxa de regeneração ambiental do modelo verificou-se um efeito positivo, também, na quantidade de doações realizadas entre agentes altruístas (Gráfico 6.12). O número de doações, quando comparados os parâmetros 1,0 e 2,0, aumentou aproximadamente 61%. Verificou-se, também, um efeito positivo no aumento na quantidade de empréstimos (Gráfico 6.13). Conforme aumentou-se a taxa de regeneração do ambiente, verificou-se o crescimento de cerca de 48% no número de empréstimos realizados por agentes egoístas, conforme a linha de tendência linear inserida no gráfico.

Gráfico 6.12 – Quantidade de doações variando com a taxa de regeneração ambiental

Gráfico 6.13 – Quantidade de empréstimos variando com a taxa de regeneração ambiental

Ambientes com maior velocidade de regeneração também influenciaram de maneira positiva no estoque médio de recursos entre a população de agentes. Conforme verificado (Gráfico 6.14), ambientes com taxas maiores de regeneração estiveram relacionados quase linearmente ao aumento do estoque médio dos agentes. Dado o aumento da taxa de regeneração (1,0-2,0), o estoque médio dos agentes aumentou em quase 68%.

Gráfico 6.14 – Estoque médio dos agentes variando com a taxa de regeneração ambiental

O efeito do aumento da capacidade regenerativa do meio também foi positivo para o desvio padrão do estoque individual (Gráfico 6.15). Isto é, quanto maior a taxa média de regeneração ambiental, maior o desvio padrão do estoque da população e, conseqüentemente, maior a desigualdade material entre os agentes. Conforme aumentou-se a taxa regenerativa (1,0-2,0) a desigualdade cresceu cerca de 47%, seguindo uma correlação quase linear.

Gráfico 6.15 – Desvio padrão do estoque da população variando com a taxa regenerativa do meio

A previsibilidade do ambiente, isto é, a probabilidade de retorno dada uma certa atividade produtiva, também faz parte do conjunto de parâmetros atribuídos aos sítios – as unidades espaciais – tendo sido também atribuída segundo uma

distribuição normal. A curva normal de previsibilidade ambiental é composta pela média da curva e seu desvio padrão. O estudo referente à essa média foi feito variando-se a previsibilidade do ambiente entre 0,0-1,0 (Gráfico 6.16). Isto é, entre 0%-100% de retorno. Dadas as configurações iniciais do modelo o que se notou foi que existe um valor mínimo de previsibilidade (50%) capaz de manter uma população de agentes. Ambientes com menor previsibilidade, por tanto, não teriam possibilitado aos agentes suprir suas demandas mínimas de consumo levando os agentes à extinção. A partir da previsibilidade 0,5 a população de agentes cresceu até a previsibilidade 1,0 seguindo um padrão que lembra o logístico.

Gráfico 6.16 – População total variando com a média da previsibilidade do meio

Nas condições ambientais de previsibilidade menores do que 0,5 não ocorreram doações (Gráfico 6.17), tão pouco ocorreram empréstimos (Gráfico 6.18). A partir deste ponto (50% de incerteza) as quantidades de doações e empréstimos cresceram assemelhando-se ao comportamento de uma curva logística. As doações entre 0,6 e 1,0 cresceram mais de 1.000% enquanto que os empréstimos, entre 0,5 e 1,0 cresceram mais de 2.000%.

Gráfico 6.17 – Quantidade de doações variando com a previsibilidade do meio

Gráfico 6.18 – Quantidade de empréstimos variando com a previsibilidade do meio

Os efeitos da taxa de previsibilidade do meio na média de estoque dos agentes apresentaram um comportamento semelhante ao crescimento populacional e à quantidade de doações e empréstimos até 0,7. Porém, após a probabilidade de retorno de 70% observa-se uma queda acentuada no Estoque médio dos agentes (Gráfico 6.19). Enquanto entre as previsibilidades 0,5-0,7 a média do estoque populacional cresceu mais de 5.000%, de 0,7-1,0 esse valor caiu para cerca de 30% do estoque médio máximo alcançado.

Gráfico 6.19 – Estoque médio dos agentes variando com a previsibilidade do meio

O desvio padrão do estoque populacional seguiu de maneira semelhante os efeitos identificados no Estoque médio dos agentes para a variação da taxa de previsibilidade do meio (Gráfico 6.20). Entre 0,5-0,7, o desvio padrão do estoque populacional cresceu cerca de 10.000%, caindo para aproximadamente 50% desse valor máximo entre 0,7-1,0. Diferentemente do padrão identificado no gráfico 6.19, a queda da desigualdade entre os estoques dos agentes decaiu de maneira menos acentuada.

Gráfico 6.20 – Desvio padrão do estoque da população variando com a previsibilidade do meio

A variação da previsibilidade ambiental apresentou, para o estudo da média da distribuição normal, um efeito positivo relativo ao crescimento das populações de agentes. Quando o parâmetro estudado foi o desvio padrão da curva, o aumento da população não se verificou, e o comportamento encontrado foi de uma tendência negativa para o número de indivíduos na simulação (Gráfico 6.21). O crescimento do desvio quando comparados 0,01 e 0,22 levou a um decaimento de pouco menos de 3% da população total não sendo, assim, um efeito expressivo.

Gráfico 6.21 – População total variando com o desvio padrão da previsibilidade ambiental

A queda no tamanho populacional parece ter sido acompanhada pela queda no número de links formados entre agentes. Conforme aumentou o desvio padrão da curva normal de previsibilidade do meio, o número de doações caiu (Gráfico 6.22) pouco mais do que 0,1%, mantendo-se praticamente estável. O número de empréstimos, no entanto, sofreu queda maior (Gráfico 6.23), de cerca de 5%, identificada quando os dados relativos ao desvio padrão de 0,01 e de 0,22 foram comparados.

Gráfico 6.22 – Quantidade de doações variando com o desvio padrão da previsibilidade ambiental

Gráfico 6.23 – Quantidade de empréstimos variando com o desvio padrão da previsibilidade ambiental

O efeito negativo presente nas doações e empréstimos, assim como a queda na população total dos agentes não reflete, no entanto, os estudos de parâmetro relativos ao estoque dos agentes. Conforme variou o desvio padrão da previsibilidade ambiental, o que se observou foi o crescimento do estoque médio entre os agentes (Gráfico 6.24). Conforme o ambiente se tornou mais diverso, o estoque médio cresceu aproximadamente 12% quando comparados os dados relativos ao desvio padrão de 0,01 e de 0,22,

Gráfico 6.24 – Estoque médio dos agentes variando com o desvio padrão da previsibilidade ambiental

O mesmo efeito positivo está presente no indicador de desigualdade material dentro da população, ou seja, o desvio padrão do estoque individual. Quanto mais heterogêneo o ambiente em relação à previsibilidade ambiental, maior o desvio padrão calculado sobre a distribuição dos estoques individuais (Gráfico 6.25). O aumento da diversidade ambiental, quando comparado aos valores 0,01 e 0,22, esteve correlacionado com o aumento da desigualdade material em quase 10%.

Gráfico 6.25 – Desvio padrão do estoque variando com o desvio padrão da previsibilidade ambiental

6.1.2 Parâmetros sociais

Foram testados quatro parâmetros que compõem as características sociais dos agentes do modelo. De acordo com a avaliação feita da literatura apresentada nos Capítulos 1, 2 e 3, estariam presentes nas sociedades nas quais teria emergido a desigualdade material hereditária: i) a habilidade individual, ii) a capacidade de estoque, iii) o interesse dos agentes, ou juros, e iv) a herança. Para cada valor de parâmetro estudado foram feitas 250 realizações, das quais foram tiradas médias relativas à população total final, quantidade de doações realizadas, quantidade de empréstimos realizados, Estoque médio dos agentes e desvio padrão do estoque da população.

A habilidade individual foi atribuída aos agentes, também, seguindo uma distribuição normal. Isto porque entende-se, aqui, que a habilidade individual seria primeiramente uma característica física, de destreza, força, ou agilidade, o que variaria dentro da população como uma característica biológica, assim, distribuída segundo uma curva normal. Dadas as condições iniciais do modelo, descritas na Tabela 6.1, variou-se o parâmetro de média da habilidade dos agentes entre 0,0-1,0, o suficiente para levar as populações de agentes ao colapso (Gráfico 6.26). Conforme aumentou-se a habilidade média dos agentes, notou-se que entre 0,0-0,1 a habilidade média teria sido insuficiente para manter a população de agentes. Entre 0,2-0,3 a população de agentes alcançou seu ápice, sendo os valores, 0,2 e 0,3, os valores ótimos para os agentes. A partir de 0,3 o tamanho da população total de agentes decresceu até o colapso em 1,0,

Gráfico 6.26 – População total variando com a habilidade média dos agentes.

Para o estudo da habilidade média dos agentes, notou-se que a quantidade de doações e de empréstimos variou de maneira semelhante à população total quando observados os efeitos da habilidade dos agentes (Gráficos 6.27, 6.28). Entretanto, a queda posterior ao parâmetro 0,2, identificada entre as populações de agentes, foi acentuada para os empréstimos, e mais suave para as doações.

Gráfico 6.27 – Quantidade de doações variando com a habilidade média dos agentes

Gráfico 6.28 – Quantidade de empréstimos variando com a habilidade média dos agentes

Enquanto o aumento da habilidade dos agentes mostrou-se benéfico para a população entre os valores 0,2-0,3, decaindo posteriormente, o Estoque médio dos agentes foi beneficiado de maneira positiva entre 0,2-0,9, sendo 1,0 o valor de colapso da população (Gráfico 6.29). Entre 0,2-0,9 o Estoque médio dos agentes aumentou quase 4.000%.

Gráfico 6.29 – Estoque médio da população variando com a habilidade média dos agentes

O desvio padrão do estoque médio dos agentes também apresentou crescimento associado ao aumento da habilidade média dos agentes. A curva de desigualdade cresceu de maneira semelhante ao crescimento da média dos estoques

populacionais (Gráfico 6.30). Entre os valores de parâmetro 0,2-0,9 o desvio padrão do estoque da população cresceu pouco mais de 1.600%, decaindo para zero em habilidade 1,0, ponto de colapso da população.

Gráfico 6.30 – Desvio padrão do estoque populacional variando com a habilidade média dos agentes

O segundo parâmetro social avaliado foi a capacidade de estoque dos agentes, estudado para valores de parâmetro do estoque máximo individual variando entre 0,0-1,0. A capacidade cada vez maior de estoque dos indivíduos apresentou efeito positivo em relação ao tamanho das populações. Quanto maior a capacidade de estoque individual, maior a população total de agentes (Gráfico 6.31). Este crescimento não se deu de maneira linear, porém entre 0,0-1,0 foi possível observar um crescimento de aproximadamente 3,5% no número total de agentes.

Gráfico 6.31 – População total variando com a capacidade máxima de estoque individual

Embora o aumento da capacidade individual de estoque não tenha apresentado efeito expressivo no tamanho da população, seu efeito nos links formados entre agentes altruístas e egoístas se deu de maneira mais acentuada. Observou-se que para o aumento na capacidade de estoque dos agentes, a quantidade de doações decaiu (Gráfico 6.32). Quando comparadas as capacidades de estoque para 0,0 e para 1,0 a quantidade de doações decaiu em mais de 20%. Os empréstimos, por outro lado, parecem ter se beneficiado da capacidade de estoque individual (Gráfico 6.33). O aumento da capacidade de estoque individual teria levado a um aumento na quantidade de empréstimos de quase 40%.

Gráfico 6.32 – Quantidade de doações variando com a capacidade máxima de estoque individual

Gráfico 6.33 – Quantidade de empréstimos variando com a capacidade máxima de estoque individual

De acordo com aquilo que nos parece ser intuitivo, as variáveis que sofreram maior efeito positivo relacionado ao aumento da capacidade máxima de estoque dos agentes foram, justamente, o estoque médio e o desvio padrão do estoque populacional. O aumento da capacidade de estoque individual refletiu em um efeito próximo do linear em relação ao Estoque médio dos agentes (Gráfico 6.34). Entre os valores de parâmetro 0,0-1,0 o Estoque médio dos agentes cresceu pouco mais de 800%.

Gráfico 6.34 – Estoque médio dos agentes variando com a capacidade máxima de estoque individual

O efeito linear do Estoque médio dos agentes também apareceu entre os agentes no que diz respeito ao desvio padrão do estoque populacional (Gráfico 6.35). O aumento da capacidade de estoque individual levou a um aumento da desigualdade material entre agentes de aproximadamente 480%.

Gráfico 6.35 – Desvio padrão do estoque populacional variando com a capacidade máxima de estoque individual

O terceiro parâmetro estudado foi o interesse dos agentes, ou taxa de juros, como foi apresentada na construção e descrição do modelo. O parâmetro foi estudado entre 0,0-1,0, isto é, entre o zero e o cem por cento de juros sobre os empréstimos e doações. O aumento do valor deste parâmetro implica que os egoístas cobram valores mais altos relativos a o que emprestaram, e altruístas retribuem valores maiores do que o das doações que receberam previamente. De acordo com os modelos as taxas de juros maiores tiveram um efeito negativo na população total de agentes (Gráfico 6.36). O crescimento deste parâmetro levou a uma diminuição de pouco mais de 5% de agentes na população, com um comportamento próximo do linear.

Gráfico 6.36 – População total variando com o interesse dos agentes dos agentes

Aumentar a taxa de juros dos agentes também teve efeito negativo na quantidade de doações entre eles (Gráfico 6.37). Entre os valores de parâmetro 0,0-1,0 observa-se uma queda de quase 45% no número de doações realizadas entre agentes altruístas. Empréstimos, por outro lado, parecem ter sido favorecidos (Gráfico 6.38). Conforme aumentou-se a taxa de juros dos agentes, o numero de empréstimos cresceu aproximadamente 17%, favorecendo agentes egoístas.

Gráfico 6.37 – Quantidade de doações variando com o interesse dos agentes dos agentes

Gráfico 6.38 – Quantidade de empréstimos variando com o interesse dos agentes dos agentes

O aumento na taxa de juros dos agentes, embora tenha desfavorecido o tamanho populacional, apresentou correlação positiva com o Estoque médio dos agentes (Gráfico 6.39). O crescimento do parâmetro juros entre 0,0-1,0 levou a um aumento do estoque médio dos agentes de pouco mais de 50%, comportamento este que se deu de forma linear.

Gráfico 6.39 – Estoque médio dos agentes variando com o interesse dos agentes individual

Efeito semelhante pode ser visto no desvio padrão do estoque populacional. Conforme cresceu a taxa de juros dos agentes, notou-se um aumento do desvio padrão relativo aos estoques dos agentes (Gráfico 6.40), tornando a população

materialmente mais desigual. O aumento do parâmetro entre 0,0-1,0 correspondeu a um aumento do desvio padrão do estoque de aproximadamente 34%.

Gráfico 6.40 – Desvio padrão do estoque da população variando com o interesse dos agentes individual

O último dos parâmetros sociais estudados foi a taxa de herança dos agentes, o que simularia a porcentagem de ganho dos filhos através do repasse feito pelos seus pais. O estudo foi realizado entre os valores 0,0-0,2, medindo resultados a cada 0,01 (Gráfico 6.41). O que se observou sobre os efeitos deste parâmetro nas populações de agentes, foi um ligeiro crescimento de 1,6% no número total de indivíduos ao final das simulações. Entretanto, o comportamento da curva não pôde ser descrito de maneira clara, uma vez que nenhuma das linhas de tendência utilizadas teria alcançado um R^2 maior do que 15%. Embora, em termos gerais, seja possível sugerir uma tendência de crescimento populacional, em relação ao comportamento específico, parece que a população tem um comportamento estocástico para a variação deste parâmetro.

Gráfico 6.41 – População total de agentes variando com a porcentagem de herança

Com o aumento da porcentagem de herança entre agentes observou-se, também, o crescimento no número de doações realizadas por agentes altruístas (Gráfico 6.42). O número de doações teria subido cerca de 7,5%, quando calculada a diferença entre os parâmetros 0,0 e 2,0. No entanto, a inserção de uma linha de tendência no gráfico não trouxe clareza para o comportamento das doações, reforçando seu caráter estocástico. A mesma variação de parâmetro teve efeito contrário no número de empréstimos realizados por agentes egoístas (Gráfico 6.43), quando calculada a diferença entre os parâmetros 0,0 e 2,0. O número de empréstimos caiu aproximadamente 3%. A linha de tendência, novamente, não ofereceu esclarecimentos sobre o comportamento dos empréstimos de maneira que também não foi mantida.

Gráfico 6.42 – Quantidade de doações variando com a porcentagem de herança

Gráfico 6.43 – Quantidade de empréstimos variando com a porcentagem de herança

Por fim, o aumento da porcentagem de herança entre os agentes do modelo também apresentou efeito aparentemente controverso no Estoque médio dos agentes. Enquanto a linha de tendência não ofereceu explicação relevante para a compreensão do comportamento dos estoques, seu efeito geral parece ter sido pouco expressivo indicando um possível padrão estocástico (Gráfico 6.44). A comparação dos estoques nos momentos 2,0 e 0,0 indicou um leve crescimento do estoque populacional.

Gráfico 6.44 – Estoque médio dos agentes variando com a porcentagem de herança

Efeito semelhante foi identificado em relação ao desvio padrão do estoque populacional. O que se observou quando comparados os parâmetros 2,0 e 0,0 foi o ligeiro crescimento de cerca de 3% da desigualdade (Gráfico 6.45).

Gráfico 6.45 – Desvio padrão do estoque populacional variando com a porcentagem de herança

6.2 TEORIAS EXPLICATIVAS

Foram apresentadas, no Capítulo 2, as diferentes propostas teóricas identificadas na literatura que buscam explicar como poderia ter surgido a estratificação social. Entre as teorias explicativas foram discutidas aquelas de cunho determinista ambiental, e as deterministas sociais. As propostas cujos fatores-chave para se explicar a transição das sociedades humanas seriam parâmetros ambientais e aquelas que introduziram e avaliaram as características sociais que poderiam ter disparado os processos que levaram à DMH. A seguir serão retomadas, brevemente, as teorias explicativas, enquanto suas propostas serão avaliadas frente aos resultados obtidos pelo modelo computacional desenvolvido nesta pesquisa. A partir desta discussão, serão reavaliadas as hipóteses de pesquisa e as premissas que basearam este trabalho.

6.2.1 Teorias Deterministas Ambientais

Entre os fatores causais das teorias de caráter determinista ambiental identificadas na literatura está a pressão populacional. Para Diamond (1997) e, também, Carneiro (1970) o aumento na densidade populacional em uma determinada área teria sido um dos vetores de pressão correlacionados com a transição das formas de organização social, devido à disputa pelos recursos produzidos que se acirraria com o crescimento da população. Porém, de acordo com nosso modelo, o aumento populacional foi uma *consequência* de diferentes fatores, ambientais e sociais, não tendo sido observada uma relação de causalidade direta com a emergência da DMH.

Embora entre alguns parâmetros avaliados – como recurso médio, previsibilidade, estoque máximo – o tamanho populacional tenha crescido junto com a desigualdade material, para outros parâmetros verificou-se o inverso. Entendemos que a pressão populacional faria sentido em um contexto no qual haveriam mais indivíduos do que recursos disponíveis para eles, entretanto este cenário, de acordo com nossas premissas ecológicas, tende a levar à diminuição da população

para dentro dos limites da capacidade de suporte do meio, de maneira que a pressão populacional parece fazer pouco sentido neste contexto.

Com relação ao estudo da taxa de juros – para empréstimos e doações – observamos que o número total de indivíduos e a desigualdade material apresentaram correlação inversa, de forma que quando um aumentou o outro diminuiu, indicando o aumento da desigualdade em contextos de populações cada vez menores. Da mesma forma, o aumento do desvio padrão da previsibilidade do meio e o aumento da habilidade individual dos agentes parecem mostrar que a desigualdade material poderia crescer enquanto caem os valores gerais do número de indivíduos na dinâmica, de maneira que a DMH poderia emergir em contextos de tamanhos populacionais cada vez menores. Embora seja um resultado contra intuitivo, isso não significa que a disputa por recursos estivesse ausente nestes casos, mas sim que a pressão populacional não estaria atuando como causa da reorganização social.

Outro fator que poderia causar a emergência da DMH, apresentado no Capítulo 2, seria a disponibilidade de excedentes. Conforme Allen (1997), o superávit seria condição indispensável à estratificação, o que pôde ser verificado pelo modelo quando observamos os efeitos da tecnologia de estocagem entre os agentes. Este parâmetro, no entanto, foi tratado, aqui, como um parâmetro social e, portanto, será discutido em detalhe no tópico seguinte.

Outro fator ambiental discutido na literatura que trata da transição das sociedades é o abandono do modo de vida nômade (PLOG, 1990), indiretamente avaliado pelo modelo da origem e evolução da DMH através do estudo do parâmetro de previsibilidade do meio. O sedentarismo estaria diretamente associado à diminuição da incerteza produtiva do meio, pois acredita-se que a necessidade de patrulhar grandes áreas teria sido adotada como estratégia de sobrevivência pelos caçadores e coletores dada à baixa previsibilidade ambiental das regiões que ocupavam (SASSAMAN, 2004). Diferentes autores parecem endossar esta avaliação (AMES, 1994; BAR-YOSEF, 1997; BLAKE; CLARK, 1999; HAYDEN, 1990; SHENNAN, 2011), indicando que um dos possíveis benefícios da

domesticação vegetal teria sido o aumento da previsibilidade de retorno, ou a menor incerteza produtiva, dando maior segurança às populações humanas.

Os estudos de parâmetro aqui realizados parecem corroborar esta teoria. De acordo com os dados das simulações, ambientes de maior previsibilidade parecem estar associados a maiores estoques individuais e, também, a maiores diferenças entre os estoques dos agentes (desigualdade material). Porém, para valores entre 70 e 100% de previsibilidade, notou-se uma queda na média e no desvio padrão dos estoques individuais o que pareceria indicar que existiria uma taxa de previsibilidade ótima para a desigualdade material.

O aumento da previsibilidade favoreceria a desigualdade até um pico (70%) depois do qual ela tenderia a diminuir as diferenças materiais entre os indivíduos. Este cenário parece apontar para um efeito que não trata diretamente do sedentarismo – o qual seria também decorrente da mudança na incerteza – mas sim do desenvolvimento do conhecimento humano sobre o ambiente que este ocupa. Isto é, a capacidade cada vez maior de domínio da produção de recursos, seja com a domesticação vegetal e animal, seja com o surgimento de novas técnicas de pesca e estoque, poderia ter pavimentado as bases da DMH.

A avaliação do desvio padrão da previsibilidade, isto é, o estudo do aumento da heterogeneidade do meio para este parâmetro de incerteza, em termos gerais, também corroborou a teoria do sedentarismo. Para ambientes de previsibilidade mais diversa, verificou-se que os estoques dos agentes apresentaram crescimento correspondente ao aumento da diversidade do meio para esse parâmetro assim como, também, foi o caso da desigualdade material. Ambos cresceram, conforme cresceu a incerteza do meio, tendo sido identificada uma correlação positiva entre o aumento da previsibilidade e o aumento da desigualdade material entre os agentes, o que sugere que o sedentarismo poderia ser revisto, uma vez que este talvez seja efeito e não causa das mudanças culturais e sociais em processo.

6.2.2 Teorias Deterministas Sociais

A teoria de que a tecnologia de estoque poderia ter levado à estratificação social (ALLEN, 1997) foi apresentada, no Capítulo 2, como parte das teorias de caráter determinista ambiental, dada a sua interferência no uso de recursos e controle de excedentes. Entretanto, para os propósitos de construção do modelo, apresentados no Capítulo 5, a tecnologia de estocagem foi considerada como um parâmetro de caráter social, o que foi seguido aqui.

Segundo os dados gerados pelo modelo, o aumento da capacidade máxima de estoque individual apresenta correlação linear com o aumento do estoque médio dos agentes e, também, com o aumento do desvio padrão dos estoques. No contexto ambiental modelado, em que os sítios apresentam um perfil heterogêneo no que diz respeito à disponibilidade de recursos, a capacidade de estoques cada vez maiores seria suficiente para que os agentes apresentassem acúmulos cada vez maiores, assimétricos e desiguais.

Porém, esta condição parece depender diretamente do conjunto de fatores relacionados à produção de recursos, como a disponibilidade (ou produtividade) do meio, a heterogeneidade dos sítios e, também, dos agentes. Em condições heterogêneas espera-se que o modelo reforce as diferenças naturais existentes entre os indivíduos, enquanto em condições homogêneas, talvez, a emergência da DMH não ocorra. Ou seja, o efeito da capacidade de estoque não nos parece ser um efeito que cause, por si só, a emergência da estratificação, mas, talvez, ele se some a outras condições de maneira a reforçar a desigualdade entre os indivíduos. A teoria do controle comercial (SMITH et al., 2010; YESNER, 1980) foi comparada, em termos do modelo computacional proposto, aos estudos da taxa de juros adicionada aos empréstimos e doações realizadas nas interações. Para os autores que vêem no controle comercial o caminho para a estratificação (*op. cit.*), a chave para o aumento na quantidade e na centralização dos recursos comerciais estaria no ganho realizado da transação comercial. O poder de barganha dos comerciantes explicaria a centralização dos recursos e a emergência da estratificação social dado o ganho cobrado sobre o serviço prestado (HAYDEN, 1983; YESNER, 1980).

Segundo os resultados de nosso modelo, o aumento dos juros cobrados sobre os empréstimos realizados e as doações recebidas favoreceu diretamente o acúmulo de recursos, tanto no que diz respeito ao estoque médio dos agentes, quanto ao desvio padrão dos mesmos. Notadamente, o aumento dos juros favoreceu os empréstimos em detrimento das doações, de maneira que para os valores mais altos deste parâmetro foram verificados não só o aumento da desigualdade material, como o aumento do número de empréstimos associado à queda das doações. Este resultado representaria, assim, um fator de influência sobre a distribuição dos recursos, mas, também, um fator de influência sobre as diferentes estratégias dos agentes, favorecendo o egoísmo dentro dos grupos.

As heranças dos agentes, fator responsável pela manutenção dos recursos dentro de uma mesma unidade familiar, não apresentou correlação positiva significativa com a distribuição dos recursos materiais entre os agentes do sistema. Este resultado indica que, para as condições em que foram construídos – o ambiente e os agentes – a herança passada verticalmente entre agentes e seus descendentes não teve efeito direto de causa sobre a estratificação social. Isto é, a construção de regras ou normas sociais que visassem diminuir o fluxo de recursos entre agentes sem vínculo familiar parece não ter nenhum efeito significativo para a transição da forma de organização social igualitária para a estratificada em populações humanas, de acordo com o modelo. A herança familiar poderia, talvez, servir de fator para a manutenção da produção dentro da família, mas não causaria a assimetria entre elas.

Por fim, o fator social de efeito, talvez, mais intuitivo para levar à emergência da DMH, foi o parâmetro de habilidade dos agentes. Quando a habilidade dos agentes foi mantida constante e aumentou-se a disponibilidade de recursos no meio, foi possível identificar um crescimento populacional que se assemelhou a uma curva logarítmica, dados os limites produtivos da capacidade individual dos agentes. Isto é, dadas as capacidades dos agentes, disponibilidades de recursos cada vez maiores não teriam levado a populações cada vez maiores, uma vez que os indivíduos não teriam condições de explorar os recursos acima da sua própria capacidade máxima. Entretanto, quando feita uma avaliação complementar,

mantendo-se a quantidade de recursos disponível no ambiente constante e variando a habilidade média dos agentes, verificou-se que o tamanho da população de agentes decresceu significativamente para valores cada vez maiores de habilidade, enquanto o estoque individual e a desigualdade material cresceram com velocidades cada vez maiores, até que tivesse sido atingido o colapso populacional. O estudo das habilidades dos agentes pode ser interpretado como o estudo dos efeitos do desenvolvimento tecnológico e de conhecimento produtivo.

Na habilidade produtiva dos agentes poderiam ser avaliados indiretamente os efeitos do uso de novas ferramentas e de práticas que tivessem como efeito a maior eficiência produtiva dos indivíduos. Enquanto este desenvolvimento pode vir a ser nocivo no longo prazo, dadas as possibilidades de exaustão dos recursos, pode-se notar que maiores capacidades produtivas levarão a maiores estoques individuais e, conseqüentemente, a maiores desigualdades materiais. O aumento do parâmetro de habilidade individual, por tanto, parece ter reforçado as disparidades existentes na biologia dos indivíduos. Assumindo que a tecnologia, ou o conhecimento, elevaria as capacidades de todos os agentes de maneira proporcional às suas capacidades individuais, os efeitos identificados seriam aqueles de maior assimetria; caso as tecnologias e conhecimentos viessem a auxiliar aqueles indivíduos de menor habilidade, elas tenderiam a aproximar as produtividades individuais dos agentes.

6.3 PARALELOS COM OS ESTUDOS DE CASO

Conforme apresentado no Capítulo 3, Item 3.10.1, alguns dos paralelos identificados entre o contexto ecológico e social da Mesopotâmia com a Costa Noroeste foram utilizados como base para o aprofundamento da análise sobre a emergência da desigualdade material hereditária (DMH). Estes paralelos foram avaliados e assimilados na construção do modelo computacional para realização do teste de hipóteses, conforme o Capítulo 5. Os resultados do modelo serão, a

seguir, discutidos vis a vis os paralelos e as convergências identificadas entre os estudos de caso e os mecanismos de emergência da DMH levantados na literatura. No que diz respeito aos contextos ambientais da Mesopotâmia e da Costa Noroeste, nos períodos em que teriam ocorrido os processos de transição da organização social humana, alguns autores os definem como formações heterogêneas, que foram comparadas a um mosaico de diferentes ofertas produtivas (MOSS; ERLANDSON, 1995; WILKINSON, 2000). Para estes autores (*op.cit*), o ambiente em forma de mosaico representaria a realidade ambiental diversificada que teria feito parte do processo de emergência da DMH nas populações humanas do período.

De acordo com estudo da heterogeneidade do meio, realizado pelo modelo computacional, um aumento na diversidade entre os sítios levou a maiores estoques médios individuais dos agentes e, conjuntamente, a uma desigualdade material mais acentuada. Isto ocorreu porque, provavelmente, os agentes que vieram a se estabelecer nos ambientes mais produtivos levaram vantagem frente aos outros, que tiveram acesso a locais menos abundantes. Desta forma, ambientes heterogêneos, como descritos para a Mesopotâmia e Costa Noroeste, poderiam ter favorecido a emergência da DMH.

Ambientes mais diversos têm tanto áreas ótimas à ocupação, que favoreceriam seus exploradores, quanto locais de baixa produtividade, onde a sobrevivência seria dificultada. A heterogeneidade ambiental, quando combinada com outros fatores – como o aumento da habilidade, o surgimento do estoque e a possibilidade das trocas comerciais – poderia influenciar a distribuição de recursos dentro dos grupos, fazendo emergir a desigualdade material.

Efeito semelhante foi observado no estudo da diversidade ambiental relativa à previsibilidade do meio. Ambientes muito diversificados tendem a ser formados por áreas de maiores e, também, menores incertezas quanto à disponibilidade de recursos. Enquanto o aumento da diversidade do meio não apresentou correlação direta com o crescimento ou a queda no número total de indivíduos, os efeitos no estoque dos indivíduos foi positivo (Gráfico 6.24). Por tanto, assim, como no caso

da disponibilidade dos recursos nos sítios, a maior diversidade relativa à incerteza do retorno produtivo se mostrou, também, favorável a emergência da DMH.

Conforme discutido no tópico 6.2.1, a maior previsibilidade de retorno do ambiente poderia estar associada ao surgimento do sedentarismo nos estudos de caso analisados no Capítulo 3, ou seja, possibilitaria uma diminuição na mobilidade dos povos. A permanência em uma mesma região, ao longo de alguns milhares de anos, poderia ter favorecido o desenvolvimento de técnicas e tecnologias que teriam dado ao *Homo sapiens* maior domínio sobre os recursos do seu entorno, possibilitando o estabelecimento das pequenas vilas, nas quais teriam emergido o semi-sedentarismo e, posteriormente, o sedentarismo, como foi visto mais especificamente no caso da Costa Noroeste.

Este contexto que teria permeado a realidade das populações pré-históricas, poderia ser reforçado pelo terceiro ponto em comum identificado entre os dois casos estudados: a especialização da produção. Tanto na Mesopotâmia, como na Costa Noroeste, teriam existido recursos centrais para a dieta local, os quais teriam sido alvo de novas técnicas e conhecimentos que teriam possibilitado o aumento da eficiência produtiva nas duas regiões. A primeira, na domesticação da cevada (HUOT, 1992), e a segunda, na pesca do salmão (MOSS; ERLANDSON, 1995). O maior domínio sobre estes recursos poderia ter significado uma maior eficiência produtiva, assim como uma maior previsibilidade de retorno, de maneira que uma certeza maior em relação à produção alimentar poderia ter favorecido não só a sedentarização dos grupos como, também, indiretamente, sua estratificação.

Como indicador arqueológico da emergência da DMH entre os povos abordados pelos estudos de caso apresentados no Capítulo 3, selecionamos o aparecimento dos chamados grupos empreendedores (AMES, 2003; ROTHMAN, 2004). Estes grupos teriam sido os predecessores das elites locais (GRIER, 2014), podendo estar diretamente relacionados com a transição nas formas de organização humana abordadas neste estudo. De acordo com os dados gerados pelo modelo, foi possível evidenciar que o aumento da previsibilidade do meio favoreceu o aparecimento de um grande número de agentes com estoques produtivos próximos

de zero, enquanto uma minoria detinha as maiores quantidades de recursos estocados. Conforme identificado (Gráfico 6.46), o aumento da previsibilidade tende a levar a populações em que a porcentagem de indivíduos que detêm estoques relevantes dentro da população é cada vez menor, sugerindo uma explicação para o surgimento dos primeiros *Big Man*, *Head Man* e *Great Man*. Portanto, de acordo com o modelo, o aumento na previsibilidade do meio, dadas as condições iniciais da simulação, poderia ter favorecido não só o crescimento das populações como a emergência de grupos que poderiam ter formado as primeiras elites.

Gráfico 6.46 – Porcentagem de agentes com estoques superiores a 0,0004,

6.4 ESTRATÉGIAS EGOÍSTAS E ALTRUISTAS

Ao longo da simulação, os recursos produzidos puderam fluir entre os agentes através de diferentes interações. Agentes altruístas foram definidos como aqueles que se comportariam de maneira a compartilhar seus ganhos, buscando na sua vizinhança indivíduos que estivessem em dificuldades de satisfazer suas próprias demandas, fossem eles altruístas ou egoístas. Agentes altruístas não cobriam qualquer coisa sobre suas doações, que fariam sem intenção de retorno.

Entretanto, os agentes altruístas que recebessem um auxílio buscariam retribuí-lo, se possível dando um pouco mais de recursos do que receberam (a taxa de juros). Agentes egoístas, por outro lado, receberiam doações, porém não buscariam retribuí-las. Seu único interesse seria seu ganho pessoal. Estes não doaram recursos, mas emprestaram quando solicitados, seja por um altruísta ou egoísta. Quando realizam empréstimo, os agentes egoístas não esqueceram da transação e cobraram seus beneficiários, sistematicamente, até que todos os empréstimos fossem devolvidos com o acréscimo de juros.

O comportamento de empréstimos e doações foi avaliado para os cinco parâmetros ambientais e os quatro sociais, tendo sido identificados mais padrões comuns do que diferentes entre eles. Para os parâmetros ambientais, de maneira geral, a influência identificada na sua variação se deu de maneira pouco distinta, tanto para doações, quanto para empréstimos.

A previsibilidade ambiental, o desvio padrão da previsibilidade, o desvio padrão dos recursos disponíveis e a velocidade média de regeneração do meio, todos, apresentaram relação muito semelhante tanto para com doações, quanto com empréstimos. Somente o aumento da disponibilidade média dos recursos parece ter apresentado divergência significativa entre as estratégias. Para valores de recurso médio entre 4,0-7,0, o número de doações e empréstimos cresceu de forma semelhante. A partir de 70%, houve uma tendência das doações alcançarem um valor estável, enquanto os empréstimos sofreram um decréscimo e, depois, também tenderam a um equilíbrio (em que valor?). Portanto, de forma geral, os parâmetros ambientais parecem não influenciar, de maneira distinta, comportamentos altruístas ou egoístas. Ambos os comportamentos foram influenciados de maneira semelhante pelos parâmetros ambientais avaliados.

Todavia, quando os parâmetros sociais foram considerados, o efeito sobre os dois tipos de comportamento foi distinto. Para valores de parâmetro de estoque máximo, por exemplo, observou-se uma tendência crescente de empréstimos e de decréscimo de doações, conforme foi crescendo a capacidade de estoque individual dos agentes. Enquanto a tendência natural de agentes altruístas é de

compartilhar seus excedentes, agentes egoístas tendem a centralizar ainda mais seus ganhos, somando à sua produção os juros de empréstimos. No longo prazo, isso poderia significar uma vantagem adaptativa dos egoístas, que não só podem se beneficiar dos altruístas quanto, quando em situações de necessidade de recursos, tendem a não perdê-los na mesma proporção. Além disso, o maior estoque dos agentes egoístas poderia significar também a manutenção de agentes cuja capacidade produtiva é baixa, dado o crescimento identificado no número total de agentes, conforme discutido acima. Isto é, agentes egoístas com estoques cada vez maiores poderiam aumentar o número de empréstimos, contribuindo para elevar o número de agentes menos favorecidos de se beneficiariam mantendo-se vivos.

Além da vantagem identificada para os egoístas, quando houve um aumento do estoque máximo, o aumento da taxa de juros dos agentes apresentou, também, correlação positiva com a realização de empréstimos, enquanto diminuiu o número de doações. O aumento da taxa de juros torna mais lucrativos os empréstimos, enquanto, teoricamente, também deveriam favorecer as doações. Entretanto, como os agentes que recebem doações e que pedem empréstimos são aqueles cuja produção não atingiu sua demanda energética, os altruístas tenderiam a receber as retribuições altruístas com menor frequência do que os egoístas seriam pagos, já que estes cobram seus devedores antes mesmo que eles possam consumir a sua produção. Esta cobrança de juros cada vez mais alta poderia explicar o decréscimo populacional relativo, enquanto o aumento do estoque máximo individual se correlacionaria positivamente com o número total de indivíduos.

6.5 CONCLUSÃO

Dos nove parâmetros estudados no modelo da origem e evolução da desigualdade material hereditária, oito apresentaram correlações positivas com o aumento do estoque médio e do desvio padrão do estoque populacional. Isto é, entre os cinco parâmetros ambientais analisados – i) média dos recursos ambientais, ii) desvio padrão dos recursos, iii) previsibilidade, iv) desvio padrão da previsibilidade e v) velocidade de regeneração do meio – e os quatro parâmetros sociais – i) habilidade individual, ii) estoque máximo, iii) taxa de interesse e iv) herança, somente o último não apresentou efeito positivo para a emergência da desigualdade material hereditária, tendo se mostrado pouco relevante para a transição em questão.

Este diagnóstico parece excluir a possibilidade de existir um único conjunto de fatores comuns que estariam presentes nos diversos momentos históricos e contextos ambientais em que a desigualdade material hereditária teria surgido. O fato de que a variação de qualquer um dos oito parâmetros pode levar ao aumento da desigualdade material entre os indivíduos indicaria que de fato contextos ambientais e sociais distintos poderiam pressionar as populações à transformação das formas de organização social.

Como o modelo não prevê, por exemplo, a existência de mecanismos sociais de homeostase ou redistribuição de recursos não seria possível afirmar que a variação de um destes parâmetros mudaria as regras e normas sociais de um grupo. Porém, parece seguro supor que esta variação aumentaria a assimetria de retorno produtivo entre os indivíduos, talvez, tensionando as relações entre indivíduos que produziram em excesso e indivíduos que estariam sempre abaixo da satisfação individual de energia.

Conforme apresentado (Gráfico 6.46), o aumento da previsibilidade do ambiente, por exemplo, parece favorecer – em termos materiais – pouco menos que 1,5% da população, de forma que a ampla maioria dos indivíduos se mantém sem acúmulo ou estoque de recursos. O fato de que somente uma pequena parcela dos grupos

teria excedentes disponíveis remonta ao cenário da descrição das Sociedades Transigualitárias (CLARK; BLAKE, 1989), foco desta análise. Essas sociedades representariam o momento anterior à institucionalização da DMH, com a existência de alguns indivíduos que através do seu acúmulo pessoal disputariam a atenção, o prestígio e a liderança dentro dos seus grupos, de forma que no longo prazo estes reforçariam as assimetrias e as redes de dependência material dentro da população. Os chamados *Big Man*, *Great Man* e *Head Man* teriam como objetivo aproveitar essa condição de vantagem, seja através de banquetes ou outros mecanismos, os quais não fazem parte do presente estudo.

Este diagnóstico realizado a partir dos resultados do modelo aponta para a refutação de nossa hipótese de pesquisa, que supunha a DMH como uma propriedade emergente do sistema. A aparente fragilidade da estrutura igualitária, suscetível a mudança pela ação de diferentes forças, sugere que a estrutura não-hierárquica seria um tipo de estrutura de criticalidade auto-organizada, como o caso do monte de areia. Uma vez que a variação da *taxa de juros*, da *média da previsibilidade*, do *desvio padrão da previsibilidade*, da *capacidade de regeneração*, da *média dos recursos*, do *desvio padrão dos recursos*, da *habilidade* dos agentes e da capacidade de *estoque* reforçam as diferenças entre o retorno produtivo dos agentes e, consequentemente, evidenciam as assimetrias inerentes aos grupos.

O fato de que oito entre nove parâmetros favorecerem a DMH sugere uma falta de robustez das formas de organização igualitárias, uma vez que bastaria que um destes nove parâmetros variassem para que alguns poucos indivíduos passassem a ter muito mais em relação à grande maioria. Conforme alguns pesquisadores argumentam, seria possível que as sementes da desigualdade talvez estivessem presentes entre os grupos de caçadores e coletores igualitários (CLARK; BLAKE, 1994) em forma, talvez, embrionária (FRANGIPANE, 2007). De maneira que seria necessário apenas levantar as restrições (BLAKE; CLARK, 1999), ou retirar as condições e as normas sociais igualitárias, que teriam mantido cooperativas as populações ancestrais que ocuparam o mundo até cerca de 4,500 A.C., para que viesse à tona a potencialidade à desigualdade presente nos indivíduos.

A igualdade material e a branda hierarquia social encontrada entre os povos caçadores e coletores ancestrais representaria, talvez, uma estrutura que teria emergido em resposta a um ambiente pouco produtivo e incerto. A estrutura emergente não seria, por tanto, a DMH, que parece no modelo ser favorecida com as mudanças dos parâmetros, mas a própria igualdade. A norma organizacional hierárquica encontrada em nossos ancestrais, como discute Boehm (1999) em seu livro *“Hierarchy in the Forest: The Evolution of Egalitarian Behavior”*, talvez pudesse ter sido a estrutura preferencial também para os seres humanos, mascarada temporariamente por um determinado conjunto de fatores ambientais e culturais que teriam desaparecido nos últimos 6.000 anos, dadas as mudanças nas relações entre os seres humanos e os ambientes ocupados.

A desigualdade não teria emergido, portanto, como fruto da auto-organização derivada de um determinado contexto, mas o oposto poderia ter de fato ocorrido, com a emergência da igualdade. De forma que a desigualdade representaria a fase inicial do sistema, a qual teria retornado dadas as novas relações de produção e previsibilidade decorrentes do acúmulo de conhecimento local, das novas práticas e tecnologias de produção e da capacidade de estocar alimentos por tempo suficiente para assegurar a sobrevivência dos indivíduos.

Esses resultados reforçariam o raciocínio seguido por Wiessner (2002), de que as estruturas igualitárias seriam, na realidade, instituições complexas no sentido de que dependeriam de ideologias e mecanismos que as sustentassem. Segundo o autor:

“The thrust of my argument will be that egalitarianism is not the product of organizational simplicity or “traditionalism,” not the tabula rasa for human affairs on which aggrandizers impress their designs. Rather, egalitarianism is the outcome of complex institutions and ideologies created and maintained by cultural means which empower a coalition of the weaker to curb the strong” (p. 235).

O estudo realizado aqui parece oferecer suporte a algumas das hipóteses secundárias colocadas no Capítulo 1 deste trabalho, levantando uma série de novas perguntas e caminhos a serem trilhados, enquanto desconstrói a hipótese

central do trabalho. Ao que parece, analisar o sistema social humano como um Sistema Adaptativo Complexo pode ser um caminho fortuito para a ciência em geral. Uma vez que, aqui, esta abordagem se mostrou produtiva em relação ao estudo das estruturas sociais vistas como diferentes fases de um mesmo sistema. Por esta razão, julgamos valiosa e útil a abordagem dos SAC para os estudos da evolução humana e sustentamos aqui o valor de utilidade das ferramentas de modelagem, como a Modelagem Baseada em Agentes, e o conjunto dos fenômenos conhecidos como os Sistemas Adaptativos Complexos para estudar a evolução do comportamento cultural humano. Conceitos como auto-organização, emergência e as dinâmicas de interação de múltiplos agentes seguindo regras simples do tipo “se/então” parecem ter jogado nova luz em fenômenos passados os quais só conhecemos de maneira indireta através da interpretação de dados arqueológicos e avaliações teóricas deduzidas destes. O que se apresenta aqui pode vir a ser um pequeno fecho de luz de uma porta ainda a ser aberta e de um caminho ainda a ser percorrido.

Embora o trabalho aqui realizado tenha feito um exercício de grande simplificação, buscando alguns elementos comuns a diferentes processos de transição social que teriam ocorrido em períodos e contextos diversos, não tendo a pretensão de explicar o que teria acontecido em cada um deles, o modelo da origem e evolução da Desigualdade Material Hereditária proveu *insights* e possibilitou uma revisitação do debate oferecendo uma ótica e uma abordagem científicas que se mostraram úteis no teste de hipóteses e na contribuição ao panorama geral da evolução do comportamento cultural humano. O uso das ferramentas de Modelagem Baseada em Agentes e das bases conceituais dos fenômenos conhecidos como Sistemas Adaptativos Complexos se mostraram válidos para a discussão dos Sistemas Sócio-Ecológicos (SES) e para a avaliação de perguntas sobre fatos cujos únicos dados são os arqueológicos, de maneira que esta abordagem nos pareceu promissora para o desenvolvimento contínuo da ciência.

REFERÊNCIAS¹²

- ADAMS, J. W. Recent Ethnology of the Northwest Coast. **Annual Review of Anthropology**, v. 10, n. 1, p. 361–392, 1981.
- ADAMS, R. Anthropological perspectives on ancient trade. **Current Anthropology**, v. 15, p. 239–58, 1974.
- AKKERMANS, P. An updated chronology for the Northern Ubaid and Late Chalcolithic periods in Syria: New Evidence from Tell Hammam Et-Turkman. **Iraq**, v. 50, p. 109–145, 1988.
- AKKERMANS, P. Tradition and Social Change in Northern Mesopotamia During the Later Fifth and Fourth Millennium B.C. In: THUESEN, IHNENRICKSON, E. (Ed.). . **Upon This Foundation: The 'Ubaid Reconsidered**. Elsinore: Museum Tusculanum Press, 1989. p. 339–67.
- ALGAZE, G. Initial Social Complexity in Southwestern Asia: The Mesopotamian Advantage. **Current Anthropology**, v. 42, n. 2, p. 199–233, 2001.
- ALLAN, A.; ANDRADE, F.; RANGEL, M. J. Origem e dispersão dos humanos modernos. In: NEVES, W. A.; JUNIOR, M. J. R.; MURRIETA, R. S. S. (Eds.). . **Assim caminhou a humanidade**. São Paulo: Palas Athena, 2015. p. 242–281.
- ALLEN, R. C. Agriculture and the Origins of the State in Ancient Egypt. **Explorations in Economic History**, v. 34, n. 34, p. 135–154, 1997.
- AMES, K. The Northwest Coast: Complex Hunter-Gatherers, Ecology, and Social Evolution. **Ann. Rev. Anthropol.**, v. 23, p. 209–229, 1994.
- AMES, K. M. The evolution of social ranking on the Northwest Coast of North America. **American antiquity**, v. 46, n. 4, p. 789–805, 1981.
- AMES, K. M. Slaves, chiefs and labour on the northern Northwest Coast. **World Archaeology**, v. 33, n. 1, p. 1–17, 2001.
- AMES, K. M. The Northwest Coast. **Evolutionary Anthropology**, v. 12, n. 1, p. 19–33, 2003.
- AMES, K. M. On the Evolution of the Human Capacity for Inequality and/or Egalitarianism. In: PRICE, T. D.; FEINMAN, G. M. (Eds.). . **Pathways to Power: New Perspectives on the Emergence of Social Inequality**. NewYork: Springer, 2010. p. 15–44.
- ARBUCKLE, B. S. Animals and inequality in Chalcolithic central Anatolia. **Journal of Anthropological Archaeology**, v. 31, n. 3, p. 302–313, 2012.
- ARESHIAN, G. E. Further Thoughts on the Uruk Expansion. **Current Anthropology**, v. 31, n. 4, p. 396–399, 2008.

¹² De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas

ARNO. Labor and the Rise of Complex Hunter-Gatherers. **Journal of Anthropological Archaeology**, v. 12, p. 75–119, 1993.

ARNOLD, J. Complex Hunter-Gatherer-Fishers of Prehistoric California: Chiefs, Specialists, and Maritime Adaptations of the Channel Island. **American Antiquity**, v. 57, p. 60–84, 1992.

ARNOLD, J. E. Transportation Innovation and Social Complexity among Maritime Hunter-Gatherer Societies. **American Anthropologist**, v. 97, n. 4, p. 733–747, 1995.

ARTIGIANI, R. Societal computation and the emergence of mind. **Evolution and Cognition**, v. 2, n. 1, p. 2–86, 1996.

ASOUTI, E. Beyond the Pre-Pottery Neolithic B interaction sphere. **Journal of World Prehistory**, v. 20, n. 2-4, p. 87–126, 2006.

AXELROD, R. **The Evolution of Cooperation**. New York: Basic Books, 1984.

AXELROD, R. **The Complexity of Cooperation: agent-based models of competition and collaboration**. Princeton: Princeton University Press, 1997.

BAILEY, G.; MILNER, N. Coastal hunter-gatherers and social evolution: marginal or central? **Before Farming**, v. 3-4, n. 1, p. 1–15, 2002.

BARNARD, A.; SPENCER, J. (EDS.). **Encyclopedia of Social and Cultural Anthropology**. London and New York: Routledge, 2002.

BAR-YOSEF, O. The Natufian Culture in the Levant. **Evolutionary Anthropology**, v. 6, n. 5, p. 159–177, 1998.

BEECH, M. A.-H. Preliminary report on the vertebrate fauna from site H3, Sabiyah: na arabian neolithic/Ubaid site in Kuwait. In: **Archaeology of the Near East VI: Proceedings of the sixth international symposium on the archaeozoology of southwestern Asia and adjacent areas**. [s.l: s.n.]. p. 124–138.

BEGUN, D. R. Miocene Hominids and the Origins of the African Apes and Humans. **Annual Review of Anthropology**, v. 39, n. 1, p. 67–84, 2010.

BELLWOOD, P. **First Farmers: The Origins of Agricultural Societies**. 1. ed. Malden: Wiley-Blackwell, 2005.

BENTLEY, R. A. An Introduction to Complex Systems. In: BENTLEY, R. A.; MASCHNER, H. D. G. (Eds.). . **Complex Systems and Archaeology**. Salt Lake City: The University of Utah Press, 2003. p. 9–24.

BENTLEY, R. A.; MASCHNER, H. D. G. (EDS.). **Complex Systems and Archaeology**. Salt Lake City: The University of Utah Press, 2003.

BETTENCOURT, L. The Kind of Problem a City Is. **Cities, Scaling and Sustainability Papers**, n. 13-03-008, 2013.

BLACKHAM, M. Further investigation as to the Relationship of Samarran and Ubaid Ceramic Assemblages. **Iraq**, v. 58, p. 1–15, 1996.

BLAKE, M. C. The emergence of hereditary inequity: the case of Pacific coastal Chiapas, Mexico. In: BLAKE, M. (Ed.). . **Pacific Latin America in Prehistory: The Evolution of Archaic and Formative Cultures**. Pullman: Washington State University Press, 1999. p. 55–73.

BLOOM, D. E.; KHANNA, T. The urban revolution. **Finance and Development**, v. 44, n. 3, p. 8–14, 2007.

BOEHM, C. **Hierarchy in the Forest: the evolution of egalitarian behavior**. Cambridge: Harvard University Press, 1999.

BOGUCKI, P. The Neolithic Settlement of Riverine Interior Europe as Complex Adaptive System. In: BENTLEY, R. A.; MASCHNER, H. D. G. (Eds.). . **Complex Systems and Archaeology**. Salt Lake City: The University of Utah Press, 2003. p. 93–102.

BOIX, C. Origins and Persistence of Economic Inequality. **Annual Review of Political Science**, v. 13, n. 1, p. 489–516, 2010a.

BOIX, C. A Theory of State Formation and the Origins of Inequality*. **Unpublished manuscript, Princeton Univ**, v. 2010, n. January, p. 1–48, 2010b.

BONABEAU, E. Agent-based modeling: methods and techniques for simulating human systems. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 99, n. 3, p. 7280–7287, 2002.

BOONE, J. L. Competition, conflict, and the development of social hierarchies. In: SMITH, E.A. & WINTERHALDER, B. (Eds.). . **Evolutionary Ecology and Human Behavior**. [s.l.: s.n.].

BOWLES, S. The Emergence of Inequality and Hierarchy: A Network Explanation Samuel Bowles Santa Fe Institute and University of Siena 14 January 2009. **Holocene**, v. 2, n. January, p. 13–25, 2009.

BOWLES, S.; CHOI, J.-K. Coevolution of farming and private property during the early Holocene. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 110, n. 22, p. 8830–5, 2013.

BOYD, R.; RICHERSON, P. J. Why culture is common, but cultural evolution is rare. **Proceedings of the British Academy**, v. 88, p. 77–93, 1995.

BRIASSOULIS, H. Models of Land Use Change. In: INSTITUTE, R. R. (Ed.). . **Analysis of Land Change: theoretical and modeling approaches**. [s.l.] West

Virginia University, 2000.

BULLMORE, E.; SPORNS, O. Complex brain networks: graph theoretical analysis of structural and functional systems. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 10, p. 186–198, 2009.

CAMPBELL, S. et al. Emerging Complexity on the Kahramanmaras Plain, Turkey: The Domuztepe Project, 1995-1997. **American Journal of Archaeology**, v. 103, n. 3, p. 395, 1999.

CANNON, A.; YANG, D. Early storage and sedentism on the pacific Northwest Coast: Ancient DNA Analysis of Salmon remains from Namu, British Columbia. **American Antiquity**, v. 71, n. 1, p. 123–140, 2006.

CARLSON, E. C. **Subsistence Change and Emergent Social Inequality in an Early Complex HunterGatherer Winter Village: A Zooarchaeological Assessment of the Bridge River Site (EeRI4), Middle Fraser B.C.** [s.l.] University of Montana, 2010a.

CARLSON, E. S. Subsistence Change and Emergent Social Inequality in an Early Complex Hunter- Gatherer Winter Village: A Zooarchaeological Assessment of the Bridge River Site (EeRI4), Middle Fraser B.C. **Processing**, p. 135, 2010b.

CARNEIRO, R. L. A Theory of the Origin of the State. **Studies in Social Theory No. 3**, v. 85, n. 1964, p. 3–21, 1977.

CHAN, S. Complex Adaptive Systems. **ESD.83 Research Seminar in Engineering Systems**, p. 1–9, 2001.

CHATTERS, J. C. The influence of the bow and arrow on village formation on the Columbia Plateau. In: PRENTISS, W.C. KUIJT, I. (Ed.). . **Complex Hunter-Gatherers Evolution and Organization of Prehistoric Communities on the Plateau of Northwestern North America**. Salt Lake City: The University of Utah Press, 2004. p. 67–83.

CHATTERS, J. C.; CHATTERS, J. C. Population Growth, Climatic Cooling, and the Developement of Collector Strategies on the Southern Plateau, Wetsern North America. **Journal of World Prehistory**, v. 9, n. 3, p. 341–400, 1995.

CLARK, J.; BLAKE, M. The emergence of rank societies on the Pacific Coasts of Chiapas, Mexico. **Paper presented at the Circum-Pacific Prehistory Conference, Seattle, Washington**, 1989.

CLARK, J.; BLAKE, M. The power of prestige: competitive generosity and the emergence of rank societies in lowland Mesoamerica. In: FOX, JBRUMFIELD, E. (Ed.). . **Factional Competition and Political Development in the New World**. Cambridge: Cambridge University Press, 1994. p. 17–30.

COWAN, C. W.; WATSON, P. J. **The origins of agriculture: An international**

perspective. Washington D.C.: Smithsonian Institution Press, 1992.

CRISTELLI, M.; PIETRONERO, L.; ZACCARIA, A. Critical Overview of Agent-Based Models for Economics. **Proceedings of the School of Physics “E Fermi”, Course CLXXVI**, p. 235–282, 2012.

CRONK, L. Is there a role for culture in human behavioral ecology? **Ethology and Sociobiology**, v. 16, n. 3, p. 181–205, 1995.

CURTIS, J. et al. An Assessment of Archaeological Sites in June 2008: An Iraqi-British Project. **Iraq**, v. 70, n. June, p. 215–237, 2008.

CUTTLE, R. Considering marine transgression as a mechanism for enforced migration and the littoral Gulf 'Ubaid phenomenon. **Arabian Archaeology and Epigraphy**, v. 24, n. 1, p. 37–43, 2013.

DAWKINS, R. **The Selfish Gene**. Oxford: Oxford University Press, 1976.
DEAN, J. et al. Understanding Anasazi culture through agent-based modeling. **Dynamics in Human and Primate Societies**, p. 179–205, 2000.

DENNETT, D. C. **Darwin's dangerous idea: Evolution and the meaning of life**. New York: Simon & Schuster, 1996.

DENNIS, R. M. Social Darwinism, scientific racism, and the metaphysics of race. **The Journal of Negro Education**, v. 64, n. 3, p. 243–252, 1995.

DIAMOND, J. **Armas, germes e aço: os destinos das sociedades humanas**. [s.l.: s.n.].

DORAN, J. Prospects for agent-based modelling in Archaeology. **Archeologia e Calcolatori**, v. 10, p. 33–44, 1999.

DRENNAN, R. D.; PETERSON, C. E. Patterned variation in prehistoric chiefdoms. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 103, n. 11, p. 3960–3967, 2006.

DUCH, W. Creativity and the Brain. **Laterality**, p. 1–4, 2007.

EARLE. Chiefdoms in archaeological and ethnohistorical perspective. **Ann. Rev. Anthropol.**, v. 16, p. 279–308, 1987.

EARLE, T. The evolution of chiefdoms. In: **Chiefdoms: Power, Economy, and Ideology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. p. 1–15.

EARLE, T. **How chiefs come to power**. Stanford: Stanford University Press, 1997.

ELLEN, R. F. **Environment, subsistence and system: The ecology of small-scale social formations**. Cambridge: Cambridge University Press, 1982.

ENGELS, F. ET AL. **The origin of the family, private property, and the State.** New York: Pathfinder Press, 1972.

ERLANDSON, J. M. The Archaeology of Aquatic Adaptations: Paradigm for a New Millennium. **Journal of Archaeological Research**, v. 9, n. 4, p. 287–350, 2001.

ESMAEILI, M. Mathematical Modeling of Human Brain Behavior as an Adaptive Complex System Intelligent as an Emergent Behavior The Self-Organization Process. **9th International Conference on Cognitive Modeling**, p. 438–439, 2009.

FINLAYSON, B. The “complex hunter-gatherer” and the transition to farming. In: **From Bran Flakes to Bushmills: Papers in honour of Professor Peter Wodman**. 1. ed. Oxford: Oxbow Books, 2009. p. 175–188.

FLANNERY, K. V. The Cultural Evolution of Civilizations. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 3, n. 1, p. 399–426, 1972.

FLANNERY, K. V. The origins of agriculture. **Annu. Rev. Anthropol.**, v. 2, p. 271–310, 1973a.

FLANNERY, K. The origins of Agriculture. **Annu. Rev. Anthropol.**, v. 2, p. 271–310, 1973b.

FRANGIPANE, M. Different types of egalitarian societies and the development of inequality in early Mesopotamia. **World Archaeology**, v. 39, n. 2, p. 151–176, 2007.

FREEMAN, J. ET AL. Toward a theory of non-linear transitions from foraging to farming. **Journal of Anthropological Archaeology**, v. 40, p. 109–122, 2015.

GALLAGHER, E. M.; SHENNAN, S. J.; THOMAS, M. G. Transition to farming more likely for small, conservative groups with property rights, but increased productivity is not essential. **PNAS**, v. Early Edit, p. 1–6, 2015.

GARCIA, R. **O Conhecimento em Construção.** Porto Alegre: Artmed Editora, 2000.

GELL-MANN, M. **Complex Adaptive SystemsComplexity: Metaphors, models and reality**, 1994.

GIBSON, D. B. Chiefdoms and the emergence of private property in land. **Journal of Anthropological Archaeology**, v. 27, n. 1, p. 46–62, 2008.

GONG, T. et al. A Computational Framework to Simulate the Co-evolution of Language and Social Structure. **Artificial Life IX**, n. Schoenemann 1999, p. 158–163, 2004.

GRIER, E. Labor organization and social hierarchies in North American Arctic

Whaling Societies. In: DIEHL, M. (Ed.). . **Hierarchies in Action, Cui Bono? (Center for Archaeological Investigations Occasional Paper No. 27.** Carbondale, IL: Southern Illinois University, 2000. p. 264–83.

GRIMM, V. et al. A standard protocol for describing individual-based and agent-based models. **Ecological Modelling**, v. 198, n. 1-2, p. 115–126, 2006.

GRIMM, V. et al. The ODD protocol: A review and first update. **Ecological Modelling**, v. 221, n. 23, p. 2760–2768, 2010.

GROSSMAN, K.; HINMAN, M. Rethinking Halaf and Ubaid Animal Economies: Hunting and Herding at Tell Zeidan (Syria). **Paléorient**, v. 39, n. 2, p. 201–219, 2013.

GURVEN, M. et al. Domestication Alone Does Not Lead to Inequality. **Current Anthropology**, v. 51, n. 1, p. 49–64, 2010.

HARDIN, G. The tragedy of the commons. **Science (New York, N.Y.)**, v. 162, n. 3859, p. 1243–8, 1968.

HAVILAND, W. A. ET AL. **Princípios de Antropologia**. São Paulo: CENGAGE Learning, 2011.

HAWKES, K.; O'CONNELL, J. F.; ROGERS, L. The behavioral ecology of modern hunter-gatherers, and human evolution. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 12, n. 1, p. 29–32, 1997.

HAYDEN, B. Research and Development in the Stone Age: Technological Transitions among Hunter-Gatherers. **Current Anthropology**, v. 22, n. 5, p. 519, 1981.

HAYDEN, B. Social characteristics of Early Austronesian colonisers. **Indo-Pacific Prehist. Assoc. Bull.**, v. 4, p. 123–134, 1983.

HAYDEN, B. **Nimrods, piscators, pluckers, and planters: The emergence of food production**. [s.l: s.n.]. v. 9

HAYDEN, B. Pathways to Power: Principles for Creating Socioeconomic Inequalities. In: PRICE, T. D.; FEINMAN, G. M. (Eds.). . **Foundations of Social Inequality**. New York: Plenum, 1995. p. 15–86.

HAYDEN, B.; ADAMS, R. Ritual Structures in Transegalitarian Communities. In: PRENTISS, W. C.; KUIJT, I. (Eds.). . **Complex Hunter-Gatherers Evolution and Organization of Prehistoric Communities on the Plateau of Northwestern North America**. Salt Lake City: The University of Utah Press, 2004. p. 84–102.

HAYDEN, B.; BAKEWELL, E.; GARRETT, R. The World's Longest-Lived Corporate Group: Lithic Analysis Reveals Prehistoric Social Organization near Lillooet, British Columbia. **American Antiquity**, v. 61, n. 2, p. 341–356, 1996.

HAYEK, F. A. **Law, legislation and liberty**. 2. ed. Chicago: University of Chicago Press, 1976.

HELBING, D. **Systemic Risk in Society and Economics** International Risk Governance Council, , 2010a. Disponível em:
<http://irgc.org/IMG/pdf/Systemic_Risks_Helbing2.pdf>

HELBING, D. Pluralistic Modeling of Complex System. **Science and Culture**, v. 76, n. 9/10, p. 399–417, 2010b.

HELBING, D. (ED.). **Social Self-Organization: Agent-based simulations and experiments to study emergent social behavior**. New York: Springer, 2012.

HELBING, D.; BALIETTI, S. Agent-Based Modeling. In: HELBING, D. (Ed.). . **Social Self-Organization, Understanding Complex Systems**. Berlin: Springer-Verlag, 2012. p. 25–70.

HELBING, D.; LÄMMER, S. Managing complexity: An introduction. In: HELBING, D. (Ed.). . **Managing Complexity**. Berlin: Springer, 2008. p. 1–16.

HENRICH, J.; BOYD, R. Division of Labor, Economic Specialization, and the Evolution of Social Stratification. **Current Anthropology**, v. 49, n. 4, p. 715–724, 2008.

HOLCOMBE, M. et al. Modelling complex biological systems using an agent-based approach. **Integrative biology : quantitative biosciences from nano to macro**, v. 4, n. 1, p. 53–64, 2012.

HOLLAND, J. The rationality of adaptive agents. **Iea Conference Volume Series**, p. 1–15, 1996.

HOLLAND, J. H. **Hidden Order: How Adaptation Builds Complexity**. New York: Basic Books, 1995.

HOLLAND, J. H. Studying complex adaptive systems. **Journal of Systems Science and Complexity**, v. 19, n. 1, p. 1–8, 2006.

HOLLAND, J. M. J. Artificial Adaptive Agents in Economic Theory. **AEA Papers and Proceedings**, v. 81, n. 2, p. 365–370, 1991.

HUDSON, C. From Social Darwinism to self-organization: implications for social change theory. **Social Service Review**, v. 74, n. 4, p. 533–559, 2000.

HUOT, J.-L. The First Farmers at Oueili. **The Biblical Archaeologist**, v. 55, n. 4, p. 188–195, 1992.

IWAMURA, T. et al. Agent-based modeling of hunting and subsistence agriculture on indigenous lands: Understanding interactions between social and ecological systems. **Environmental Modelling and Software**, v. 58, p. 109–127, 2014.

JANSSEN, M. Agent-based modelling. **Modelling in ecological economics**, p. 1–9, 2005.

JOHNSON, A. W.; EARLE, T. **The Evolution of Human Societies: From foraging group to agrarian State**. Stanford: Stanford University Press, 2000.
K.BAK, P. TANG, C. W. Self-organized criticality. **Phys. Ver. A**, v. 38, n. 1, p. 364–374, 1988.

KADUSHIN, C. **Understanding Social Networks: theories, concepts and findings**. New York: Oxford University Press, 2012.

KAPLAN, H. S.; HOOPER, P. L.; GURVEN, M. The evolutionary and ecological roots of human social organization. **Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences**, v. 364, n. 1533, p. 3289–99, 2009.

KAUFFMAN, S. A. **The Origins of Order: Self-organization and selection in evolution**. Oxford: Oxford University Press, 1993.

KE, J.; HOLLAND, J. H. Language origin from an emergentist perspective. **Applied Linguistics**, v. 27, n. 4, p. 691–716, 2006.

KEELEY, L. H. Hunter-gatherer economic complexity and “population pressure”: A cross-cultural analysis. **Journal of Anthropological Archaeology**, v. 7, n. 4, p. 373–411, 1988.

KENNETT, D. J. et al. An Ecological Model for the Emergence of Institutionalized Social Hierarchies on California’s Northern Channel Islands. **Pattern and process in cultural evolution**, n. 1, p. 297–314, 2009.

KHALIDI, M. A. Dynamics in Action: Intentional Behavior As a Complex System. **Philosophical Review**, v. 110, n. 3, p. 469–472, 2001.

KOHLER, T. ET AL. Simulating ancient societies: computer modeling is helping unravel the archaeological mysteries of the American Southwest. **Scientific American**, v. July, p. 76–83, 2005.

KOHLER, T. A. **Complex Systems and Archaeology**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.santafe.edu/media/workingpapers/11-06-023.pdf>>.

KRECH, S. Northern Athapaskan ethnology in the 1970s. **Annu. Rev. Anthropol.**, v. 9, p. 83–100, 1980.

KUIJT, I. **Life in Neolithic farming communities. Social organization, identity and differentiation**. London: Kluwer Academic/Plenum, 2000.

KUIJT, I.; GORING-MORRIS, N. Foraging, Farming and Social Complexity in the Pre-Pottery Neolithic of the South-Central Levant: A Review and Synthesis. **Journal of World Prehistory**, v. 16, n. 4, p. 361–440, 2002.

LAKE, M. Trends in archaeological simulation. **J Archaeol Method Theory**, v. 21, p. 258–287, 2014.

LANSING, J. S. Complex Adaptive Systems. **Annual Reivew of Anthropology**, v. 32, n. 2003, p. 183–204, 2003.

LANSING, J. S.; FOX, K. M. Niche construction on Bali: the gods of the countryside. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 366, n. 1566, p. 927–934, 2011.

LANSING, S. **Priests and programmers: technologies of power in the engineered landscapes of Bali**. New Jersey: Princeton University Press, 1991.

LANSING, S. K. Emergent properties of balinese water temple networks: coadaptation on a rugged fitness landscape. **American Anthropologist**, v. 95, n. 1, p. 97–114, 1993.

LEE, T. D.; YANG, C. N. Statistical theory of equations of state and phase transitions. II. Lattice gas and ising model. **Physical Review**, v. 87, n. 3, p. 410–419, 1952.

LEONARD, T. C. Mistaking Eugenics for Social Darwinism: Why Eugenics Is Missing from the History of American Economics.". In: MEDEMA, S. G.; BOETTKE, P. (Eds.). . **The Role of Government in the History of Economic Thought, History of Political Economy**. Supplement ed. [s.l: s.n.].

LEVIN, S. A. Complex Adaptive Systems : and the Unknowable. **BULLETIN (New Series) OF THE AMERICAN MATHEMATICAL SOCIETY**, v. 40, n. 1, p. 3–19, 2002.

LEWIS-WILLIAMS, D. **The mind in the cave**. London: Thames & Hudson, 2002.
LUCAS, R. The Phillips Curve and Labor Markets. **American Elsevier**, v. 1, p. 19–46, 1976.

MARCUS, J. The Archaeological Evidence for Social Evolution. **Annual Review of Anthropology**, v. 37, n. 1, p. 251–266, 2008.

MARX, K. **Capital: a critique of political economy: vol. I. The process of capitalist production**. New York: International Publishers, [s.d.].

MASCHNER, H. D. G.; BENTLEY, R. A. The Power Law of Rank and Household on the North Pacific. In: BENTLEY, R. A.; MASCHNER, H. D. G. (Eds.). . **Complex Systems and Archaeology2**. Salt Lake City: The University of Utah Press, 2003. p. 47–60.

MCCORRISTON, J. The Halaf Environment and Human Activities in the Khabur Drainage, Syria. **Journal of Field Archaeology**, v. 19, n. 3, p. 315–333, 1992.

MITCHELL, D. Prehistory of the Coast of Southern British Columbia and Northern

Washington. In: SUTTLES, W. (Ed.). . **Handbook of Northamerican Indians**. Washington D.C.: Smithsonian Institution, 1990. p. 340–358.

MITHEN, S. **A pré-história da mente: Uma busca das origens da arte, da religião e da ciência**. São Paulo: Editora UNESP, 1996.

MITHEN, S. **After the ice: a global human history**. London: Weidenfeld & Nicolson, 2003.

MOSS, M. ERLANDSON, J. Reflections on North American Pacific Coast Prehistory. **Journal of World Prehistory**, v. 9, p. 1–45, 1995.

MULDER, M. Human Behavioral Ecology. **Encyclopedia of Life Sciences**, n. 93, p. 1–12, 2003.

NAROLL, R. Preliminary Index of Social Development. **American Anthropologist**, v. 58, p. 687–715, 1956.

NASHEF, K. Archaeology in Iraq. **American Journal of Archaeology**, v. 94, n. 2, p. 259–289, 1990.

NEVES, W. A.; JUNIOR, M. J. R.; MURRIETA, R. S. S. (EDS.). **Assim caminhou a humanidade**. São Paulo: Palas Athena, 2015.

NORDHAUSN, M. Y.; FILHO, P. C. O. Nós, Primatas. In: NEVES, W. A.; JUNIOR, M. J. R.; MURRIETA, R. S. S. (Eds.). . **Assim caminhou a humanidade**. São Paulo: Palas Athena, 2015. p. 14–47.

OATES, J. Trade and power in the Fifth and Fourth Millenia BC: new evidence from Northern Mesopotamia. **World Archaeology**, v. 24, n. 3, p. 403–422, 1993.

OATES, J. Ur and Eridu , the Prehistory. **Iraq**, v. 22, p. 32–50, 2010.

OPPENHEIM, B. M. V. **Tell Halaf: a new culture in oldest Mesopotamia**. London and New York: G. P. Putnam's Sons, 1931.

OSTROM, E. Coping with tragedies of the commons: local lessons, global challenges. **Annu. Rev. Pol. Sci.**, v. 2, p. 493–535, 1999.

BOYD, P; RICHERSON. R. Why culture is common, but cultural evolution is rare. **AcademyProceedings of the British**, v. 88, p. 77–93, 1996.

PALAZÓN, S.; RUIZ-OLMO, J.; GOSÁLBENZ, J. Autumn-winter diet of three carnivores, European mink (*Mustela lutreola*), Eurasian otter (*Lutra lutra*) and small-spotted genet (*Genetta genetta*), in northern Spain. **Animal Biodiversity and Conservation**, v. 31, n. 2, p. 37–43, 2008.

PALMER, R. G. et al. Artificial economic life: a simple model of a stockmarket. **Physica D: Nonlinear Phenomena**, v. 75, n. 1-3, p. 264–274, 1994.

PLOG, S. Agriculture, sedentism, and environment in the evolution of political systems. In: **The evolution of political systems: sociopolitics in small-scale sedentary societies**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. p. 177–199.

POLLOCK, S.; POPE, M.; COURSEY, C. Household Production at the Uruk Mound, Abu Salabikh, Iraq. **American Journal of Archaeology**, v. 100, n. 4, p. 683–698, 1996.

POWELL, A. ET AL. Late Pleistocene demography and the appearance of modern human behavior. **Science**, v. 324, p. 1298–1301, 2009.

POWELL, A.; SHENNAN, S.; THOMAS, M. G. Late Pleistocene demography and the appearance of modern human behavior. **Science**, v. 324, n. 5932, p. 1298–301, 2009.

PRENTISS, W. C.; KUIJT, I. **Complex Hunter-Gatherers: Evolution and organization of prehistoric communities on the Plateau of Northwestern North America**. Salt Lake City: The University of Utah Press, 2004.

PRICE, T. D.; FEINMAN, G. M. (EDS.). **Foundations of Social Inequality**. New York: Plenum Press, 1995.

PRICE, T. D.; FEINMAN, G. M. (EDS.). **Pathways to power: new perspectives on the emergence of inequality**. New York: Springer, 2010.

RAGSDALE, C. T. Introdução à Modelagem e Análise de decisão. In: **Modelagem e Análise de Decisão**. São Paulo: Cengage Learning, 2009. p. 1–16.

RAMSEY, C. B. Punctuated Dynamic Equilibria: A Model for Chronological Analysis. In: BENTLEY, R. A.; MASCHNER, H. D. G. (Eds.). **Complex Systems and Archaeology**. Salt Lake City: The University of Utah Press, 2003. p. 85–92.

REDMOND, E. M.; SPENCER, C. S. Chiefdoms at the threshold: The competitive origins of the primary state. **Journal of Anthropological Archaeology**, v. 31, n. 1, p. 22–37, 2012.

RICHERSON, P. J.; BOYD, R. **Not by genes alone: how culture transformed human evolution**. Chicago: The University of Chicago Press, 2005.

RIDLEY, M. **The Origins of Virtue: Human Instinct and the Evolution of Cooperation**. London: Penguin Books, 1998.

ROSMAN, A.; RUBEL, P. The evolution of Central Northwest Coast societies. **Journal of Anthropological Research**, v. 42, n. 4, p. 557–572, 1986.

ROTHMAN, M. S. Studying the development of complex society: Mesopotamia in the Late Fifth and Fourth Millenia BC. **Journal of Archaeological Research**, v. 12, n. 1, p. 75–119, 2004.

ROUSSEAU, M. K. A culture historic synthesis and changes in human mobility, sedentism, subsistence, settlement, and population on the canadian plateau. In: PRENTISS, W. C.; KUIJT, I. (Eds.). . **Complex Hunter-Gatherers Evolution and Organization of Prehistoric Communities on the Plateau of Northwestern North America**. Salt Lake City: The University of Utah Press, 2004. p. 3–22.

RUYLE, E. E. Slavery, Surplus, and Stratification on the Northwest Coast: The Ethnoenergetics of an Incipient Stratification System. **Current Anthropology**, v. 14, n. 5, p. 603, 1973.

SAHLINS, M. **Stone Age Economics**. Chicago & New York: Aldine-Atherton, Inc., 1972.

SASSAMAN, K. E. Complex Hunter-Gatherers in Evolution and History: A {North American} Perspective. **Journal of Anthropological Research**, v. 12, n. 3, p. 227–280, 2004.

SEOANE, L. F.; SOLÉ, R. Phase transitions in Pareto optimal complex networks. **Physical Review**, v. 92, p. 1–14, 2015.

SERVICE, E. R. **Primitive social organization an evolutionary perspective**. New York: Random House, 1962.

SHANG, Y. Estrada index of random bipartite graphs. **Symmetry**, v. 7, n. 4, p. 2195–2205, 2015.

SHENK, M. K. et al. Intergenerational Wealth Transmission among Agriculturalists. **Current Anthropology**, v. 51, n. 1, p. 65–83, 2010.

SHENNAN, S. Property and wealth inequality as cultural niche construction. **Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences**, v. 366, n. February, p. 918–926, 2011.

SINGER, W. The Brain, a Complex Self-organizing System. **European Review**, v. 17, n. 02, p. 321, 2009.

SMALDINO, P. E.; CALANCHINI, J.; PICKETT, C. L. Theory development with agent-based models. **Organizational Psychology Review**, v. 5, n. 4, p. 300–317, 2015.

SMITH, E. ET AL. The benefits of costly signaling: Meriam turtle hunters. **Behavioral Ecology**, v. 14, n. 1, p. 116–126, 2003.

SMITH, E. A. et al. Production Systems, Inheritance, and Inequality in Premodern Societies. **Current Anthropology**, v. 51, n. 1, p. 85–94, 2010a.

SMITH, E. A. et al. Wealth Transmission and Inequality among Hunter-Gatherers. **Current Anthropology**, v. 51, n. 1, p. 19–34, 2010b.

SMITH, E. A.; WINTERHALDER, B. Human Behavioral Ecology. **Encyclopedia of Cognitive Science**, v. 2, p. 377–385, 2003.

SPENCER, C. Human agency, biased transmission, and the cultural evolution of chiefly authority. **Journal of Anthropological Archaeology**, v. 12, p. 41–74, 1993.

SPENCER, C. S. On the tempo and mode of state formation: Neoevolutionism reconsidered. **Journal of Anthropological Archaeology**, v. 9, n. 1, p. 1–30, 1990.

STEIN, G. **Economy, ritual, and power in 'Ubaid Mesopotamia Chiefdoms and early states in the Near East: the organizational dynamics of complexity**, 1994.

STEIN, G. J. Tell Zeidan. **Oriental Institute Annual Report**, p. 122–139, 2011.

STEIN, G. J. The Development of Indigenous Social Complexity in Late Chalcolithic Upper Mesopotamia in the 5th-4th Millennium BC: An Initial Assessment. **Origini**, v. 34, p. 125–151, 2012.

STROGATZ, D. J. . W. H. . Collective Dynamics of ``Small-World'' Networks. **Nature**, v. 393, n. June, p. 440–442, 1998.

STRONG, P. T. Recent Ethnographic Research on North American Indigenous Peoples. **Annual Review of Anthropology**, v. 34, n. 1, p. 253–268, 2005.

SUNDSDAL, K. The Uruk Expansion: Culture Contact, Ideology and Middlemen. **Norwegian Archaeological Review**, v. 44, n. 2, p. 164–185, 2011.

TERANO, T. **Agent-based modeling: introduction and perspective**. Proceedings of the 8th International Conference on Innovation & Management. **Anais...**2011

TOMASELLO, M. Understanding and sharing intentions: the origins of cultural cognition. **Behavioral and Brain Sciences**, v. 28, n. 5, p. 675–735, 2005.

TOMASELLO, M. **Why We Cooperate**. London: The MIT Press, 2009.

TUCKER, D. WILKINSON, T. MONAHAN, B. Khanijdal East: a small Ubaid site in Northern Iraq. **Iraq**, v. 58, p. 17–50, 1996.

UR, J. A. Cycles of civilization in Northern Mesopotamia, 4400-2000 BC. **Journal of Archaeological Research**, v. 18, n. 4, p. 387–431, 2010.

VANHAEREN, M.; D'ERRICO, F. Grave goods from the Saint-Germain-la-Rivière burial: Evidence for social inequality in the Upper Palaeolithic. **Journal of Anthropological Archaeology**, v. 24, n. 2, p. 117–134, 2005.

WALLER, R. The Emergence and Persistence of Inequality in Premodern Societies. **Current Anthropology**, v. 51, n. 1, p. 117–118, 2010.

WALLICK, R. Agent-based modeling, public choice, and the legacy of Gordon Tullock. **Public Choice**, v. 152, n. 1-2, p. 223–244, 2012.

WEBSTER, G. S. ET AL. Labor Control and Emergent Stratification in Prehistoric Europe. **Current Anthropology**, v. 31, n. 4, p. 337–366, 1990.

WESSON, C. B. Chiefly Power and Food Storage in Southeastern North America. **World Archaeology**, v. 31, n. 1, p. 145–164, 1999.

WIESSNER, P. The Vines of Complexity: Egalitarian Structures and the Institutionalization of Inequality among the Enga. **Current Anthropology**, v. 43, n. 2, p. 233–269, 2002.

WILKINSON, T. J. The development of settlement in the North Jazira between the 7th and 1st Millennia BC. **Iraq**, v. 52, p. 49–62, 1990.

WILKINSON, T. J. Regional approaches to Mesopotamian archaeology: The contribution of archaeological surveys. **Journal of Archaeological Research**, v. 8, n. 3, p. 219–267, 2000.

WILSON, E. O. **Sociobiology: the new synthesis**. Cambridge: Harvard University Press, 1975.

WILSON, E. O. **The Social Conquest of Earth**. New York: Liveright Publishing Corporation, 2012.

WINTERHALDER, B. Models. In: **Darwin and Archaeology: A handbook of keyconcepts**. [s.l.: s.n.]. p. 201–217.

WINTERHALDER, B.; SMITH, B. Analyzing adaptive strategies: human behavioral ecology at twenty-five. **Evolutionary Anthropology**, v. 9, n. 2, p. 51–72, 2000.

WRIGHT, H. T. Recent Research on the Origin of the State. **Annual Review of Anthropology**, v. 6, n. 1, p. 379–397, 1977.

WRIGHT, K. I. Domestication and inequality? Households, corporate groups and food processing tools at Neolithic Çatalhöyük. **Journal of Anthropological Archaeology**, v. 33, n. 1, p. 1–33, 2014.

YESNER, D. R. et al. Maritime Prehistory '. **Current**, 2011.