

Integrando processos sociais e ecológicos: o metabolismo social de três sistemas produtivos históricos do Estado do Rio de Janeiro

ROGÉRIO RIBEIRO DE OLIVEIRA¹

JOANA STINGEL FRAGA²

Introdução: metabolismo social?

A definição da palavra metabolismo traz algumas luzes para o texto que ora se apresenta. Não são poucos os seus significados, que variam da escala celular a de organismo, embora seja fundamentalmente estudado pela Bioquímica. Na acepção mais corrente, metabolismo significa a soma de todas as mudanças físicas e químicas em células vivas, pelas quais a energia é fornecida para os processos vitais e novos materiais são assimilados. A palavra vem do grego *meta-* + *ballein*, que significa “atirar além”, ou seja, por analogia, uma estratégia para defesa e sobrevivência do organismo. Ao se agregar o adjetivo *social*, o termo *metabolismo social* passa a designar, dentro do corrente campo semântico, uma propriedade coletiva de uma sociedade ou grupo com relação às entradas de energia e materiais ao seu sistema, provendo sobrevivência e permitindo que ela *atire além*, no que se refere à sua sobrevivência e aos usos dos recursos de energia e matéria disponíveis. Em última análise, o estudo do metabolismo social é uma ferramenta para se compreender os processos de (in)sustentabilidade(s) de uma sociedade em uma determinada época. Constitui, portanto uma forma de apreender a lógica dos métodos de produção e relacionamentos sociais a partir dos fluxos de energia e materiais retirados, transformados e devolvidos à natureza (CASADO & MOLINA 2007).

Como visto, trata-se de um conceito elaborado a partir da Biologia e transferido para o mundo das relações entre sociedade e natureza. É aplicado às interações socioecológicas e sua característica é essencialmente metafórica e analítica (FISCHER-KOWALSKY e HABERL, 1998; MOLINA, 2010; MOLINA e TOLEDO, 2007).

Assim, as transformações de energia e matéria da natureza por meio do trabalho trazem implicações de diferentes ordens das dos outros seres vivos, principalmente no

¹ Departamento de Geografia da PUC-Rio, Prof. Dr. e pesquisador do CNPq.

² Departamento de Geografia da PUC-Rio, acadêmica de Geografia e bolsista PIBIC/CNPq.

que se refere ao que é liberado de volta à natureza durante os cinco processos do metabolismo social que, segundo Molina e Toledo (2007), são compreendidos em: apropriação, transformação, distribuição, consumo e excreção. A presente contribuição tem por proposta comparar dois sistemas agrário-industriais e um sistema extrativista/transformador do Estado do Rio de Janeiro dos séculos XVII ao XIX sob a ótica do seu metabolismo social.

Alguns balizamentos conceituais do metabolismo social

Embora o metabolismo social apresente uma identidade que é em parte metafórica, isto não significa que se possa passar ao largo de determinadas leis e processos ligados a qualquer ser vivo. Isso se deve ao fato de que o contexto ecológico e evolucionário tanto atinge sistemas naturais como artificiais. A entrada de energia nos organismos ou ecossistemas (sejam eles naturais ou antropizados) constitui um ponto central na determinação de suas trajetórias metabólicas. O principal sistema de entrada continua sendo, desde a aurora da humanidade, a conversão da energia solar.

Outro ponto relevante na compreensão do metabolismo social é a associação da termodinâmica com a questão do espaço físico. A primeira lei da termodinâmica “é essencialmente a afirmação do princípio de conservação da energia nos sistemas termodinâmicos” (FERMI, 1996). A segunda lei da termodinâmica se traduz pela degradação da energia do sistema. Ela define processos reversíveis, que ocorrem em um universo em constante equilíbrio e processos irreversíveis, onde o universo evolui de maneira a degradar-se, isto é, de maneira tal que durante a evolução, a energia útil disponível no universo será sempre menor que no instante anterior (OLIVEIRA e DECHOUM, 2003). Posto em outras palavras: nenhuma transformação de energia pode ocorrer sem que haja uma degradação da energia sob a forma de calor (entropia). A entropia é crescente à medida que a quantidade de trajetórias possíveis cresce com a complexidade do sistema (HERSCOVICI, 2005). O metabolismo de uma sociedade incorpora os princípios da termodinâmica para as trocas sociais. Energia e matéria são transformadas, desorganizando-se e reorganizando-se para outros usos. Como tal, estão sujeitas às leis da termodinâmica e articulam-se às chamadas pirâmides ecológicas. A Ecologia usa os conceitos de pirâmide de massa, energia, etc., para expressar as

mudanças nos diferentes estágios de transformações da energia. A acomodação de uma rede trófica em uma pirâmide pressupõe também uma relação espacial entre cada um de seus níveis – justamente em função da perda em calor que ocorre a cada transformação da energia.

Caracterização dos três estudos de caso

Produção de carvão nas encostas do Maciço da Pedra Branca

Muito possivelmente a proximidade do Maciço da Pedra Branca (localizado na Zona Oeste) com a cidade do Rio de Janeiro foi responsável por transformar este trecho de Mata Atlântica, com cerca de 15.000 ha, em um pólo de fabricação de carvão, de forma mais acentuada no século XIX e início do XX. As necessidades desta fonte energética eram consideráveis para o Rio de Janeiro. As forjas que se espalhavam pela cidade tinham no carvão vegetal um insumo fundamental. Elas fabricavam artigos como machados, enxadas, foices, arados, correntes e principalmente, aros de rodas de carroças e ferraduras destinadas aos cascos da tropa muar e equina. No Brasil, praticamente até o século XIX, se utilizou um processo milenar de redução direta do minério (ou seja, a remoção do oxigênio) por meio de carvão vegetal em fornos de pequenas dimensões. A atividade carvoeira nas duas primeiras décadas do século XX no município do Rio de Janeiro foi muito bem documentada por Magalhães Corrêa (1933).

Engenho de açúcar do Camorim

As terras do engenho do Camorim eram localizadas no piemonte do Maciço da Pedra Branca. Inicialmente pertenceu a Gonçalo Correia de Sá, filho do primeiro governador (Salvador Correia de Sá) da cidade do Rio de Janeiro. Este as deu a d. Luís Céspedes Xeria, governador do Paraguai, como parte do dote de sua filha Vitória, que acabou sendo a última sobrevivente do ramo de Gonçalo, da família Sá. Após a morte de d. Vitória de Sá, o engenho do Camorim foi legado em testamento ao mosteiro de São Bento. Com a sua morte e sob a administração do mosteiro, as terras do engenho foram desmembradas em três fazendas (Camorim, Vargem Pequena e Vargem Grande).

A manutenção e a operação do engenho eram todas baseadas no braço escravo, tendo-se, a título de exemplo, para o ano de 1864, um total de 172 escravos que exerciam diversos ofícios. As principais informações disponíveis acerca do funcionamento deste engenho encontram-se em Engemann *et al.* (2005).

Os Engenhos de Rio dos Meros e Rio Turvo (Paraty)

As mudanças na região de Paraty foram lentas até a descoberta do ouro nas Minas Gerais. Seu porto passou a ser a entrada de aventureiros e escoadouro de minério e pedras. Desde o século XVII já se iniciara em Paraty a fabricação de cachaça e açúcar, mas somente no século XVIII a produção ficou significativa, sendo escoada nos dois sentidos: para Portugal, África (destinada à troca por escravos) e para Minas Gerais. Um fato interessante que explica a preferência da produção de aguardente em detrimento do açúcar em Paraty é que devido à alta pluviosidade da região, o solo encharcado fazia com que a cana ficasse “aguada”, com menor teor de açúcar, além disso, a umidade dificultava a sua secagem (NOGARA, 2009). É possível que nesta época Paraty contasse com mais de 150 engenhos

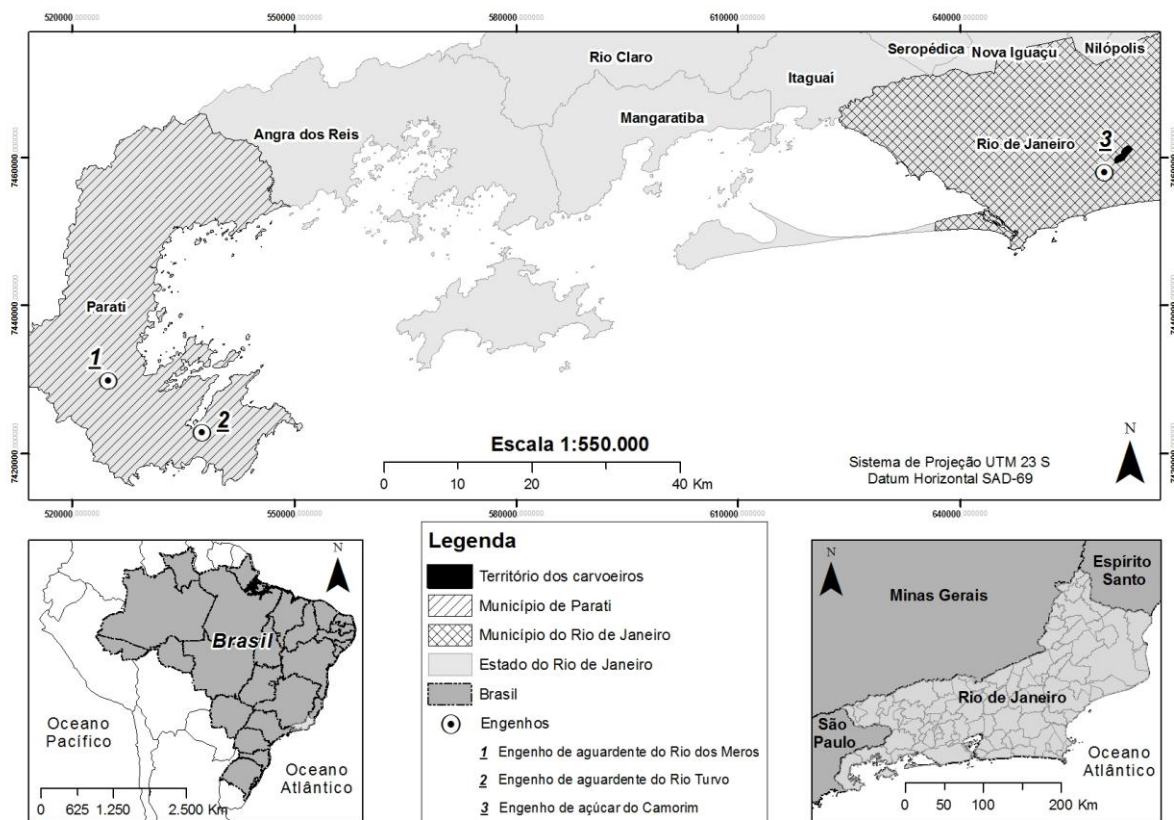


Figura 2: Localização das áreas de estudos: engenhos de aguardente de Paraty (Rio dos Meros e Rio Turvo), engenho de açúcar do Camorim e o território utilizado pelos carvoeiros no Maciço da Pedra Branca. Desenvolvido por Danielle P. Cintra.

Paisagem e metabolismo social: uma comparação entre os três sistemas

Considerando que se tratam de três sistemas produtivos distintos em diversas ordens (tempo histórico, técnicas de trabalho utilizadas, mão-de-obra, disponibilidade de recursos, questão cultural, etc.), a comparação aqui pretendida é, *grosso modo*, um confronto do metabolismo social de cada processo face às resultantes ecológicas envolvidas na transformação da paisagem. Para comparação do uso dos recursos florestais entre os três sistemas, seguiremos o roteiro empregado por Toledo e Molina (2007), que consideram que o processo de metabolismo social é representado por cinco fenômenos que são teórica e praticamente distinguíveis: a apropriação (A), transformação (T), distribuição (D), consumo (C) e excreção (E). Em se tratando

basicamente de sociedades agrárias (os engenhos, sejam de açúcar ou aguardente) importam no fundamental os quatro primeiros (A, T, D e C).

Apropriação e transformação: o uso de recursos florestais nos engenhos

Segundo Toledo e Molina (2007), a *apropriação* se refere ao momento em que o ser humano se articula à natureza através do trabalho e conforma a dimensão propriamente ecológica do processo de produção e transforma um elemento natural em um objeto social. No caso das sociedades agrárias, a apropriação é o elemento determinante do processo metabólico geral e, do ponto de vista meramente ecológico, a maneira como os seres humanos extraem os elementos da natureza determinará os efeitos que a afetará, assim como moldará a paisagem que formada a partir da implantação da atividade e/ou seu subsequente abandono. Não se deve deixar de considerar, é importante ressaltar, que estas alterações terão resultantes ecológicas distintas, de acordo com as condicionantes ambientais, que interagem dinamicamente com estas interferências antrópicas.

Segundo cálculos de Engemann *et al.* (2005) feitos para o Engenho do Camorim, a quantidade de lenha necessária para se processar uma única safra era considerável. Para as 6.480 carradas de cana produzidas por safra (em média) seriam necessárias 2.600 carradas de lenha para processá-la, ou seja, 4.228 m³ de lenha. O estudo citado fez estimativa da provisão de lenha passível de exploração em florestas do Maciço da Pedra Branca. Em média, considerando as suas diversas tipologias (floresta climática e secundária e em diferentes posições topográficas), era necessário o abate médio de 13 ha de floresta para suprir a necessidade energética de uma safra.

Para se ter idéia global do impacto da atividade açucareira sobre a Mata Atlântica deve-se ter em conta que, somente na Capitania do Rio de Janeiro no início do século XVIII, existiam 131 engenhos em funcionamento (ABREU 2006). No entanto, existem diferenças consideráveis no que se refere ao uso de lenha entre um engenho de açúcar e um de aguardente. Embora as quatro primeiras etapas sejam idênticas tanto para um como para outro (moagem, decantação, filtração e purificação), a partir daí a diferença se dá no uso deste insumo energético. Para a aguardente, o caldo vai para os tonéis de fermentação; para o açúcar, a concentração do caldo (evaporação da água) é feita pelo calor das chamas. Para a fabricação da cachaça, o uso de lenha é

consideravelmente menor, uma vez que a fermentação se dá por processo bioquímico à temperatura ambiente. Apenas a destilação necessita de insumo energético, numa proporção de 160 litros de cachaça para m³ de lenha.³ A diferença calórica entre o açúcar e a cachaça é também uma decorrência das formas de conversão de energia. Feitas as respectivas correções de densidade, o valor calórico do açúcar é de 768 contra 184 calorias da aguardente.

No que se refere à transformação da matéria prima (cana-de-açúcar) em produto (seja açúcar, melado, rapadura, cachaça ou álcool), há ainda uma grande demanda energética representada pela moagem da cana, um processo estritamente volumétrico, que consiste em deslocar o caldo contido no seu interior. Este deslocamento é conseguido fazendo a cana passar entre dois rolos, submetidos à determinada pressão, proporcional à quantidade de colmos que passa pelos rolos simultaneamente. Nos engenhos de Paraty a força motriz era a água provida pelos rios. O engenho do Camorim era um trapiche, isto é, um sistema de tambores verticais movido por força animal (os chamados *bois de roda*), por onde passava a cana. Considerando-se as formas de entrada de energia (animal x hidráulica) dos dois sistemas produtivos, no caso do trapiche, há que se considerar a extensão de terreno necessária às pastagens dos animais de tração. Trata-se de um detalhe relevante para o entendimento da paisagem e do metabolismo gerados pela atividade.

No engenho do Rio Turvo (Paraty) foi encontrado em meio à floresta densa que atualmente o recobre, o local onde se localizava um açude, inteiramente tomado pela vegetação florestal arbórea. Trata-se de um reservatório de 33 x 29 m, cuja parede mais alta mede 4,1 m, com um dreno em sua base. As paredes são forradas por uma argamassa feita com óleo de baleia e conchas e têm na sua parte mais larga, 2,2 m de largura, ou seja, uma braça (a unidade usada à época). Atualmente encontra-se sem adução de água alguma e no seu interior desenvolveu-se uma floresta com exemplares arbóreos com 1,3 m de diâmetro e cerca de 20 metros de altura, evidenciando um longo tempo de abandono. Deste reservatório até o local onde se localizava a roda d'água (o chamado "inferno") existe um aqueduto de pedra mais ou menos nivelado, com altura média de 2,5 m, largura de 3,0 m e extensão total de 150 m. Este conjunto de trabalhos em cantaria evidencia um uso intenso de recursos minerais (basicamente granito e

³ Dado obtido em um engenho em operação no município de Paraty (Engenho D'Ouro).

gnaisse) para a construção dos engenhos da época. Estima-se que a superfície total dos muros deste engenho seja da ordem de 1.000 m². Em média os blocos medem 60 x 50 x 40 cm (0,12 m³), o que exigiu a movimentação da ordem de 3.300 blocos. Admitindo-se que o granito tenha uma densidade média de 2,65 (LEINZ & AMARAL, 1985.), a massa total de rochas transportada das cercanias do Engenho foi da ordem de 1.000 toneladas. Este trabalho, um patrimônio significativo para o engenho, não pode ser concebido sem a mão de obra escrava. Não é difícil imaginar o tempo gasto na sua construção e a quantidade de recursos utilizados para manter a escravaria. O Engenho do Rio dos Meros tem suas ruínas mais modestas, sendo o diâmetro da roda d'água estimado em 2,0 m. No entanto, em se tratando de construção do século XVIII, pode ser que o que tenha restado não represente o que existiu.

Apropriação e transformação: o uso de recursos florestais na fabricação de carvão

Historicamente a lenha sempre acompanhou a trajetória humana como fonte energética de primeira necessidade. A sua transformação em carvão via combustão abafada (os fornos de carvão) possibilita um aumento do poder calórico com uma redução de massa, o que o torna uma fonte energética que permite ser transportada a distâncias mais longas. Ao contrário do petróleo, o carvão pode ser produzido localmente e - uma consideração de grande relevância para o presente trabalho - trata-se de uma fonte energética cujo custo de produção é composto quase exclusivamente do trabalho investido nele (OLSON, 1991).

São muito exíguas as fontes de informações anteriores ao século XX sobre as pessoas que forneciam carvão à crescente cidade do Rio de Janeiro. Sabe-se que em grande parte os carvoeiros trabalhavam por conta própria, por empreitada ou, mais raramente, como assalariados. Tanto uns como outros eram quase sempre explorados por intermediários que levavam o carvão para cidade. Para o século XX, Bernardes (1962) faz referência ao fato de que lenhadores e carvoeiros penetravam por toda a parte das serranias do Rio de Janeiro onde não se tinham estabelecido os sitiantes: “em 1919, nas partes superiores destas vertentes, não existiam senão lenhadores, não se encontrando aí um único lavrador” (p. 185). Embora se encontre referência na bibliografia consultada a diversos ofícios ligados à derrubada de árvores (como

lenhadores, falquejadores ou trapicheiros) não existe referência aos carvoeiros. O ofício de carvoeiro também se encontra ausente dos 39 ofícios do século XVII listados por Abreu (2011), assim como nos Estados da Ordem do Mosteiro de São Bento. Muito possivelmente este seria um trabalho para alforriados, pequenos agricultores e não como parte integrante do sistema produtivo de um engenho. Este fato faz sentido na medida em que a quantidade de insumos utilizada na produção de carvão era muito baixa. Um machado, um enxadão, um ciscador (tipo de ancinho) e uma pederneira (isqueiro) eram tudo o que se precisava para a produção de carvão. Até mesmo para embalá-lo, pelo menos no século XIX, eram utilizadas fibras naturais (bambu e cipós), como ilustra um quadro de Debret de 1827. As referências aos sacos de aniagem são de 1920 (Correia, 1930).

Assim, o Maciço da Pedra Branca foi intensamente utilizado ao longo do século XIX e até quase meados do XX. Estudos feitos na região (Oliveira et al. ined.) revelaram a existência de 156 carvoarias dispostas em uma área de aproximadamente 80 hectares. É extremamente difícil avaliar o período de operação de cada. A grande maioria apresenta evidências de intensa percolação de fragmentos de carvão ao longo do perfil do solo, o que é sugestivo de serem antigas – possivelmente da segunda metade do século XIX.

A apropriação dos recursos florestais pelos carvoeiros, considerando a tecnologia da época era um processo extremamente simples. Em algum ponto da encosta era cavado o balão de carvão (Fig. 5), de formato oval (com cerca de 45 m²), cuja limpeza e aplainamento eram feitos à enxada. As madeiras para corte não contavam com uma seleção delimitada de espécies, sendo todas consideradas próprias (CORRÊA, 1933, p.74).



Fig. 5. O balão de carvão em funcionamento. Percy Lau, 1966.

Examinando as chamadas cavas de balão nas encostas e a iconografia disponível é possível se estimar a dimensão média de cada balão: um cone de cerca de 6,0 m de base e 3,3 m de altura, o que permitiria ser preenchida com 16,3 m³ de lenha. No entanto cabe a indagação: o que isto significa em termos de área de floresta abatida? Para se responder a essa questão é necessário se pensar sobre o método de trabalho dos carvoeiros e machadeiros. Dado o elevado grau de declividade das encostas do Maciço da Pedra Branca, é razoável se admitir que a maior parte da provisão de lenha para o preenchimento do balão fosse proveniente da área a montante das carvoarias. Estas deviam ser jogadas ou roladas encosta abaixo. Não faz muito sentido subir toras que se localizassem a jusante das mesmas. Considerando-se que em média um hectare de floresta da região em estágio avançado de regeneração fornece 276,26 m³/ha de lenha (segundo dados de ENGEMANN et al. 2005), pode-se, portanto admitir que um hectare fornecesse lenha para encher 16,9 balões. No entanto, a área de um hectare (um quadrado de 100 x 100 m) em terreno acidentado parece ser muito grande para ser percorrido transportando-se toras. Possivelmente uma área de 0,5 ha permite uma

exploração mais cômoda e eficiente do recurso. Neste caso, 0,5 ha proveriam o enchimento de 8,4 vezes um único balão. Este dado vem ao encontro da constatação feita em campo de que cada carvoaria deve ter sido utilizada muitas vezes. Assim sendo, pode-se admitir que as 156 carvoarias encontradas devam ter consumido a lenha fornecida por 80 ha (ou seja, 156 carvoarias pressupondo-se a remoção da lenha de 0,5 ha ao seu redor). Não se leva em consideração neste cálculo a possibilidade de regeneração da floresta (o que permitiria um uso maior de uma mesma área), nem tampouco o fato de que deve existir um número muitíssimo superior do que as 156 carvoarias até agora encontradas na região.

Distribuição e consumo dos bens produzidos

O processo da distribuição tem início quando uma unidade de apropriação deixa de produzir tudo o que consome e de consumir tudo o que produz. Dá-se então, o intercâmbio econômico (Toledo e Molina, 2007). É de se considerar que tempos históricos diferentes apresentem demandas específicas para o consumo da sociedade, assim como possibilidades técnicas e recursos para a produção. O que é produzido e a forma como é produzido seguem esses pressupostos (tempo, demanda e técnica). O contexto histórico-cultural, dessa forma, é base fundamental para a compreensão dos processos que envolvem cada um desses sistemas.

No que se refere aos engenhos de açúcar e à produção de carvão, ambos localizaram-se no mesmo ambiente físico (Maciço da Pedra Branca) e diferenciam-se, em primeira instância, no tempo (praticamente não coexistiram) e demandas sociais (visto que no primeiro caso, era uma demanda externa, produto para exportação e no segundo, demanda interna, necessário para o desenvolvimento e crescimento da cidade do Rio de Janeiro). Da mesma forma que a produção de açúcar no Maciço da Pedra Branca, a produção de aguardente em Paraty destinava-se, em grande parte, à demanda externa. Em relação à primeira, esta se guiava por uma demanda colonial, comportando-se como *commoditie* e gerando os primeiros lucros da metrópole em relação à sua colônia. No caso da cachaça, quando foi dada a expansão da atividade na região, no século XVIII, o destino do produto era, da mesma forma, Portugal, mas também Minas Gerais. Essa era destinada aos escravos, que trabalhando horas a fio em busca de ouro, não produziam seu próprio alimento e eram pouco providos de meios para sua alimentação. Dessa forma, a cachaça servia tanto como um “anestésico” para a fome

como um “estimulante” para o trabalho destes mineiros. Em meados do século XIX, a produção de aguardente passou a ter uma finalidade adicional. Os proprietários das fazendas do Mamanguá dedicavam-se também a venda e tráfico de escravos, principalmente após a proibição do tráfico negreiro, em 1850. Estes financiavam viagens de navio para a África, onde os negros eram trocados por aguardente e açúcar. Os números do Almanaque Lammert (1849 a 1851) demonstram que o principal destino da aguardente produzida no estado Rio de Janeiro em 1849 era a África. Em troca da cachaça, escravos.

A distribuição do carvão era feita em menor distância, basicamente do Maciço da Pedra Branca ao centro da cidade (cerca de 40 km), onde era realizado seu comércio, sendo transportado por burros na parte montanhosa do percurso.

O consumo do carvão era destinado a diferentes tipos de unidade de apropriação, desde os fogões domésticos às crescentes indústrias. Em um tempo em que não havia energia elétrica ou petróleo (como insumo energético), o carvão se apresentava como fonte energética de primeira necessidade. A produção de carvão, desde sua *apropriação* ao seu *consumo*, traz em si os princípios da segunda lei da termodinâmica e a pirâmide espacial. Em sua *transformação*, via combustão abafada, há redução de matéria (lenha) com aumento energético (carvão) para facilitação da *distribuição*.

Metabolismo social: integrando processos sociais e ecológicos

A tabela 1 apresenta um quadro comparativo geral sobre os processos de produção estudados.⁴ Os três processos de produção apresentaram, como visto, diferenças significativas no que se refere às etapas analisadas (apropriação, transformação, distribuição e consumo). O retorno de todo o processo produtivo evidentemente é o financeiro, que permitirá a perpetuação ou crescimento de quem o explora ou o executa. No entanto, o enfoque do metabolismo social permite que o retorno destas atividades produtivas seja visto de perspectivas mais amplas. Entre estas destacamos os custos da produção, o balanço da conversão do trabalho em mercadoria e o tipo de paisagem gerada.

⁴ Os dados de campo foram obtidos em pesquisas de campo realizadas por Inês Machline Silva, Luan da Silva e Juliana Antonia F. Fernandes e os presentes autores. Os dados dendrológicos do Camorim foram obtidos em Engemann et al., 2005.

Tabela 1 – Comparação entre os sistemas produtivos dos engenhos de aguardente, açúcar e a produção de carvão.

atributo	engenho de açúcar do Camorim	produção de carvão no Maciço da Pedra Branca	engenhos de cachaça (Paraty)
estrutura para a produção	cara e complexa	barata e simples	cara e complexa
recursos humanos envolvidos	muitos trabalhadores, muitas especialidades	poucos trabalhadores, uma especialidade	muitos trabalhadores, poucas especialidades
alterações provocadas nos cursos hídricos	baixa	nenhuma	elevada
eficiência energética *	muito baixa	alta	baixa
uso de madeira no processo	alto	nenhum	alto
dependência de lenha	alta	total	baixa
quantidade de lenha requerida	4.300 m ³ por safra	0,5 ha por balão de carvão	1 m ³ de lenha para 160 litros de cachaça
número atual de espécies arbóreas nas áreas abandonadas	-	84 em 2.500 m ²	57 em 1.600 m ² **
espécies exóticas encontradas nas áreas abandonadas	basicamente frutíferas	frutíferas e rituais	basicamente frutíferas
área basal ***	-	25,7 m ² /ha	34,6 m ² /ha
produtividade	220 a 320 toneladas de açúcar/ano	1.100 kg de carvão / balão	-

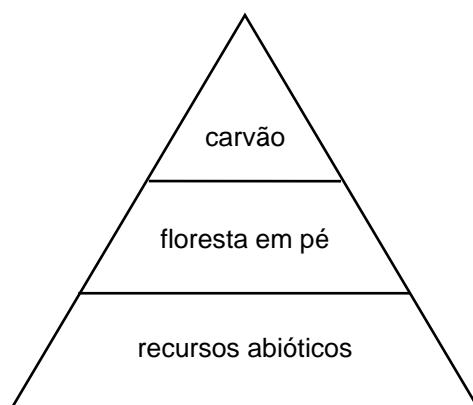
(*) quantidade de energia despendida por unidade fabricada.

(**) Dado referente apenas ao Engenho do Rio dos Meros.

(***) Significa o somatório da área seção dos troncos com diâmetro $\geq 5,0$ cm em um hectare.

No caso da produção de carvão, a floresta do Maciço da Pedra Branca, vista como recurso a ser explorado, integra-se aos processos do metabolismo social da cidade

do Rio de Janeiro. Como tal, está sujeita às leis da termodinâmica e articula-se às chamadas pirâmides ecológicas. Como visto, a Ecologia usa os conceitos de pirâmide de massa, energia, etc., para expressar as mudanças nos diferentes estágios das transformações da energia. Pode-se, portanto, colocar como decorrência destas, a *pirâmide espacial*: a energia solar fixada pelos vegetais via fotossíntese, ao mudar de forma (tecido lenhoso em carvão), sofre uma concentração de energia. A sua transformação em carvão via combustão abafada (os fornos de carvão) possibilita um aumento do poder calórico com uma redução de massa, o que o torna uma fonte energética que permite ser transportada para longe. A redução de sua massa e a concentração calórica é explicitada pela segunda lei da termodinâmica. Assumindo-se uma pirâmide espacial, a obtenção do carvão segue a seguinte sequência:



Muitos hectares de floresta são necessários para se obter a quantidade de energia calórica contida no carvão vegetal, já que o seu poder calorífico por unidade de peso é quase três vezes maior do que a lenha (OLSON, 1991). O pólo receptor deste insumo energético - a cidade - também se organiza de modo análogo em relação à energia importada. Para que esta possa apresentar uma elevada concentração populacional é necessário (entre outros fatores) que esta concentração ocorra também no nível energético. A cidade, em contraposição à floresta, apresenta alta densidade tanto de pessoas, como de energia. Essa condição somente pode se dar pela existência e dependência de um território anexo, onde a energia contida na floresta em pé encontra-se dispersa em uma vasta área. Por decorrência, a população que a explorava (os carvoeiros) também se encontrava espalhada para exploração deste recurso.

O padrão de ocupação do território pelos carvoeiros bem demonstra esta tendência à rarefação na forma de utilização do território. Isto é exemplificado pela

presença de numerosas ruínas de fundações de moradias de carvoeiros no interior do Maciço da Pedra Branca. A paisagem gerada, considerada na escala de cidade / floresta, passa a se constituir uma unidade indivisível, onde a sustentabilidade da primeira (provisão constante de energia) depende da sustentabilidade da segunda (manutenção da biomassa e retomada da floresta nas áreas desmatadas). Por decorrência, a população que a explorava (os carvoeiros) também apresentava uma ocupação difusa do território para exploração deste recurso. Baseava-se, portanto, numa diferenciação de dimensões espaciais entre floresta e cidade, na qual, a primeira, por ser provedora dos recursos energéticos deveria ser composta por uma área consideravelmente maior do que a área da segunda. A paisagem passa a espelhar a cultura local dos carvoeiros atrelada às necessidades energéticas da cidade. Mesmo em se tratando de um segmento social sem rosto e precariamente integrado ao sistema socioeconômico, os carvoeiros desempenharam um relevante papel nesta rede de metabolismo social e paisagem gerada.

Conclusão

Do ponto de vista estritamente biológico (considerando-se estrutura e a composição das florestas) os três sistemas apresentaram semelhanças entre si. O número de espécies, assim como a biomassa (aqui representada pela área basal) não diferenciou significativamente entre os engenhos e o fabrico do carvão. Assim, isto significa que essas três atividades, pelos menos nos moldes e na intensidade em que foram praticadas, apresentaram evidências de resiliência ecológica. Um outro ponto deve ser destacado em relação à sustentabilidade ecológica: a exploração carvoeira, assim como a produção de açúcar e aguardente, apresentou como resultante ecológica a formação de extensas áreas de florestas secundárias. O oposto (geração de extensas áreas desmatadas), se deu com a exploração do café no vale do Rio Paraíba do Sul.

Em termos de metabolismo social, as diferenças maiores entre estas atividades econômicas possivelmente foram os distintos ciclos socioecológicos dos três produtos (carvão, aguardente e açúcar). A questão do destino dos mesmos é relevante, uma vez que a ciclagem é um ponto central no estudo do metabolismo. O produto dos engenhos apresenta um tipo de ciclo aberto. O açúcar, uma vez satisfeitas as necessidades

internas, era exportado em troca do retorno financeiro. Já a aguardente tinha como um de seus destinos tornar-se moeda de troca por escravos na África, que por sua vez realimentavam o sistema socioeconômico. Nessa ótica, o fabrico do carvão apresentava um ciclo fechado na escala da paisagem, possibilitando o crescimento da cidade e, ao mesmo tempo, alterando a paisagem florestal. Em função da virtual inexistência de documentação acerca desta atividade, a própria paisagem assume a condição de um verdadeiro documento histórico acerca da vida e do trabalho dos carvoeiros. Por outro lado, a conexão entre cidade x floresta assim como entre carvoeiros x cidadãos molda a paisagem cultural e abarca todos estes elementos num complexo fluxo causal. Nos três casos estudados, a transição sócio-econômica e o término dos três empreendimentos nas suas respectivas áreas permitiram a retomada da floresta e a geração de um contingente humano que vivia nas suas áreas que, em grande parte, migrou para as cidades em busca de condições de sobrevivência. Esta transição reconfigurou toda a sociedade, transformando completamente seus metabolismos sociais.

Referências

- ABREU, M. A. Geografia Histórica do Rio de Janeiro (1502-1700). Rio de Janeiro: Andrea Jakobson Estúdio. 2010.
- ABREU, M. A. Um quebra-cabeça (quase) resolvido: os engenhos do Rio de Janeiro nos séculos XVI e XVII. Scripta Nova, 2006, v. XI, p. 1-32
- CASADO, G.G. & MOLINA, M.G. Agricultura tradicional versus agricultura ecológica. el coste territorial de la sustentabilidad. Agroecología, v. 2, p. 7-19, 2007.
- CORRÊA, A. M. O Sertão Carioca. In: Revista do Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro. Rio de Janeiro, 1933 (reimpressão: Departamento de Imprensa Oficial. Secretaria Municipal Adm., 1936). v. 167. 312 p.
- ENGEMANN, C.; CHAGAS, J.; SANTOS, R. S.; BORGES, A. C.; OLIVEIRA, R. R. Consumo de recursos florestais e produção de açúcar no período colonial: o caso do Engenho do Camorim, RJ. In: OLIVEIRA, R.R.. (Org.). As marcas do homem na floresta: História Ambiental de um trecho urbano de Mata Atlântica. Rio de Janeiro: Editora PUC-Rio, 2005, p. 119-142.
- FERMI, E. Thermodynamics, New York: Dover, 1996.
- FISCHER-KOWALSKI, M. E HABERL, H., Sustainable Development: Socio-Economic Metabolism and Colonization of Nature, International Social Science Journal, v. 158, n. 4, p. 573 587, 1998.
- HERSCOVICI, A. História, entropia e não linearidade: algumas aplicações possíveis na Ciência Econômica. Revista de Economia Política, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 277-294, 2005.

LAMMERT, E. Alamanak administrativo, mercantil e industrial da corte e província do Rio de Janeiro: Eduardo e Henrique Lammert. Anos: 1849 a 1851.

LEINZ, V.; AMARAL, S. E. Geologia Geral. 9ª ed. São Paulo: Ed. Nacional, 1985.

MOLINA, M.G. A guide to studying the socio-ecological transition in European agriculture. Sevilla: Sociedad Española de Historia Agraria - Documentos de Trabajo (DT-SEHA n. 10-06), p. 1-40, 2010.

NOGARA, P.. (Org.). Mamanguá: Berçário Marinho e Reduto Tradicional de Caiçaras. 1 ed. São Paulo: Paulo Nogara, 2005

OLIVEIRA, P.M.C. e DECHOUM, K. Facilitando a Compreensão da Segunda Lei da Termodinâmica. Revista Brasileira de Ensino de Física, v.. 25, n. 4, p. 359-363 2003

OLSON, S.D. Firewood and Charcoal in Classical Athens. Hesperia, vol. 60, n. 3, p. 411-420. 1991

TOLEDO, V.M. e MOLINA, M.G. El metabolismo social: las relaciones entre la sociedad y la naturaleza, 2007 Disponível em: <http://www.scribd.com/doc/17017252/Curso-XII-Lectura-1-Metabolismo-Social>]. Arquivo consultado em 23/01/2011.