



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF E ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 5

Construção do Conhecimento Agroecológico



Bases científicas e epistemológicas para a Agricultura Sintrópica

Scientific and epistemological basis for Syntropic Farming

BALEEIRO, André Vinícius Freire; DE MARCO JR, Paulo

Instituto de Ciências Biológicas/Universidade Federal de Goiás, andrebaaleiro@gmail.com;
pdemarcojr@gmail.com

Tema Gerador: Construção do conhecimento agroecológico

Resumo

A Agricultura Sintrópica, de recente notoriedade, chama a atenção de muitas pessoas por propor uma cosmovisão específica para os processos da natureza. Defendendo aparentemente uma interpretação teleológica de fenômenos como a sucessão ecológica e empregando variantes de grupos funcionais para estruturar sistemas agroflorestais (SAFs), esta linha se aproxima de uma série de obras da termodinâmica de não equilíbrio. Com o objetivo de embasar criticamente esta forma de agricultura e a filosofia que a envolve, este trabalho faz uma extensa revisão bibliográfica para conectar os debates epistemológicos, físicos e ecológicos que a circundam e que permanecem ainda de difícil acesso por sua característica complexa e transdisciplinar. Dentre os frutos que já se pode colher deste debate estão uma adequação no ensino das ciências da natureza, uma contribuição à problemática ambiental e um apelo ao reencanto na produção científica.

Palavras-chave: Termodinâmica; Estruturas dissipativas; Ecologia; Entropia; Neguentropia.

Abstract

Syntropic Farming, of recent notoriety, attracts the attention of many people for proposing a special worldview for the processes of nature. Apparently defending a teleological interpretation of phenomena such as ecological succession and employing functional group variants to structure agroforestry systems (SAFs), this line gets close to a series of works of nonequilibrium thermodynamics. With the objective of critically supporting this form of agriculture and the philosophy that surrounds it, this work makes an extensive bibliographical review connecting the epistemological, physical and ecological debates that surround it and that still difficult to access due to its complex and transdisciplinary characteristics. Among the results that can be gathered from this debate are an adaptation in the teaching of the natural sciences, a contribution to the environmental problem and a call to re-enchantment in scientific production.

Keywords: Thermodynamics; Dissipative Structures; Ecology; Entropy; Negentropy.

Introdução

O advento do termo “Agricultura Sintrópica” (GÖTSCH, 1995) parece a primeira vista para alguns uma diferenciação caprichosa para SAFs dirigidos pela sucessão ecológica (PENEIREIRO, 1999). Para outros, se apresenta como uma mistificação ou uma hipótese teleológica para o funcionamento da natureza. Porém, para nós, a Agricultura Sintrópica é vista como uma possibilidade de evidenciar a abordagem energética dos agroecossistemas em sua complexidade.



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF E ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 5

Construção do Conhecimento Agroecológico



Desenvolvida por Ernst Götsch, suíço que se muda para o Brasil em 1982 para aplicar as ideias que lhe fizeram mudar da área de melhoramento genético para a agricultura sustentável, Ernst publica explicando esta forma de agricultura pela primeira vez em 1995 (GÖTSCH, 1995), mas apenas em 2015 acontece o primeiro curso explicitamente com a temática “Agricultura Sintrópica”, na Fazenda da Toca, em Itirapina (SP). A partir de então essa forma de agricultura começa a ganhar reconhecimento nacional e internacional em revistas de agronomia e meio ambiente, programas de televisão e participando até no enredo de uma novela de uma rede de televisão de ampla visualização.

Observa-se a ausência de Referências sobre origem do termo “sintropia”, portanto ele é aqui tratado como sinônimo de “neguentropia” (*negentropy*, em inglês) que é a junção de “*negative entropy*”, advindo de um debate iniciado por Schrödinger (1944, p.24) em que ele afirma que “[a vida] se alimenta de entropia negativa”. Como ponto forte, a Agricultura Sintrópica se liga à ideia de que “os processos complexos - e a vida enquanto um – não emergem de uma construção mecânica, mas da coerência na área dos fluxos energéticos” (SCHNEIDER; SAGAN, 2005, p.183). Porém, guiando-se nesta abordagem, muitos equívocos podem ser cometidos levando-a a um esoterismo ou a uma separação do diálogo desta com outras formas de conhecimento, como o científico e o agroecológico.

Com o objetivo de contribuir para a construção deste modo de agricultura, identifica-se os seguintes pontos que devem avançar para a consolidação da Agricultura Sintrópica: Epistemológico; Origem e base teórica do debate; e Teorias Ecológicas que embasam a prática.

Material e Métodos

Este trabalho trata-se de uma revisão sistemática e construção teórica a partir dos contatos práticos que o primeiro autor teve com técnicos e seguidores do manejo da Agricultura Sintrópica e com os artigos publicados pelo criador do termo, entrevistas com Ernst Götsch e artigos dos criadores da Agenda Götsch. O trabalho é fruto do projeto de dissertação (em andamento) do primeiro autor, que começa com essa investigação em 2015 para escrita de seu Trabalho de Conclusão de Curso. Em maio o primeiro autor participou de um workshop com o criador desta agricultura e nele será feita uma entrevista com Ernst e uma coleta de dados secundários.

Escolheu-se o Primeiro Circuito Epistemológico (MORIN, 2008) como articulador de um conhecimento complexo. Visto que a Agricultura Sintrópica trata-se de uma empreitada audaciosa a partir da articulação entre: praxis agrícola, explicação dos fenômenos da natureza e formação de uma filosofia para estes fenômenos; a formulação



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF E ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 5

Construção do Conhecimento Agroecológico



teórica deve ao máximo abranger este processo sistêmico. Acredita-se que o “circuito ->física->biologia->antroposociologia->”(MORIN, 2008, p.330) é o que se encontra em maior sintonia com as propostas da Agricultura Sintrópica visto que este autor é um dos poucos que se propõem a estudar a “organização nequentrópica” (MORIN, 2008, p.353).

Resultados e Discussão

Epistemologia da Agricultura Sintrópica

Inicialmente é preciso colher os frutos dos intensos debates científicos dos séculos XIX e XX para situar a Agroecologia enquanto “ciência, movimento político e prática social”(Art.2º §1º, Regimento ABA) identificando-nos portanto como não ortodoxos e avessos à hierarquização definitiva dos conhecimentos. A partir disso, a Agricultura Sintrópica estando no bojo da agroecologia, trás a tona um rico debate sobre o papel da entropia nos sistemas distantes do equilíbrio termodinâmico.

Com o rápido avanço da física moderna no século XX e a forte influência dos positivistas lógicos nesta área, houve uma separação entre a filosofia e as ciências da natureza. A fraca compreensão do significado de conceitos fundantes desta ciência colhe seus frutos ainda hoje, com um ensino “decorador de conceitos” e uma grande divisão entre ciências da natureza e humanidades.

A energia, é explicada no ensino médio brasileiro e no ensino de engenharias como “capacidade de realizar trabalho”. Além desta não constituir um significado em si, mas sim uma característica, é uma definição equivocada, pois essa característica seria da exergia (ou energia disponível) que é a energia livre de entropia (STRASKRABA et al. 1999). Outra definição possível tendo como base a equação de Einstein ($E=m.c^2$) seria a de que energia é uma forma de existência da matéria. Para Morin (2008), a noção de energia elimina da natureza tudo o que é animador, generativo ou produtor, concentrando essas virtudes somente para si. Com isso, a ciência funda “radicalmente a concepção anônima e atomística do mundo, já que [a energia] constituía uma entidade podendo ser decomposta em unidades mesuráveis” (MORIN, 2008, p.335). Para completar, Morin (2008,p.336) afirma que “é uma noção [...] ao mesmo tempo de extrema complexidade e de extrema simplificação. [...] É ao mesmo tempo indestrutível, degradável, polimorfa, transformável.”



A entropia é ainda menos compreendida. Geralmente explicada de forma genérica como grau de desordem, Lambert (2002) afirma que desordem é uma “muleta manca” no suporte de discussões sobre entropia visto que ordem-desordem são compreensões subjetivas ao observador. Haglung et al. (2010) conseguem encontrar 5 sentidos aos quais o termo entropia está ligado (Figura 1, baseado em HAGLUND et al. 2010)



Figura 1 - Mapa conceitual da Entropia baseado em HAGLUND et al. 2010

Sintropia/Neguentropia nas ciências

A hipótese de Schrödinger (1944, p.24) de que “a vida se alimenta de entropia negativa” é mal recebida, e o próprio autor ao final do livro relata a confusão que ela poderia levar e os conselhos de que ele utilizasse o conceito “energia livre” ao invés de “entropia negativa”. Brillouin (1953) estudando o ato de medição de experimentos estabelece uma relação entre a informação e a entropia, formulando o “princípio neguentrópico da informação”.

A relação entre informação, matéria e energia ainda hoje não é unânime, mas na época, essas tentativas de explicação geraram um extenso debate (ver vol. 207, 214, 216, 219 Revista Nature). Na década de 70 os ânimos se acalmaram mas mesmo assim alguns desenvolvimentos na linha inicial de Schrödinger continuaram. Dentre eles temos o desenvolvimento da economia ecológica que buscava internalizar as externalidades dos sistema econômico considerando nos cálculos econômicos as variáveis termodinâmicas. Nesta linha chega-se a propor o cálculo do fluxo neguentrópico.

Em 1977 com a indicação de Ilya Prigogine para o prêmio nobel de química pelos seus trabalhos com as estruturas dissipativas, que é um estado dinâmico da matéria em que processos irreversíveis criam estruturas organizadas (PRIGOGINE; STENGERS, 1984), o mundo teve acesso a uma das melhores explicações do funcionamento dos sistemas de não equilíbrio termodinâmico, que são regra no ecossistema terrestre.



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 5

Construção do Conhecimento Agroecológico



A partir da compreensão das estruturas dissipativas, a associação entre as ideias de ordem e desperdício exprimem um fato fundamental novo de que, longe do equilíbrio termodinâmico, a dissipação de energia e matéria torna-se Fonte de ordem (PRIGOGINE; STENGERS 1984). Em outras palavras, a termodinâmica clássica, construída a partir das situações de equilíbrio enfoca situações estéreis e idealizadas. Já a termodinâmica de não equilíbrio seria uma base para a análise dos agroecossistemas enquanto sistemas em estado contínuo (*steady state*).

Morowitz (1979) trás uma contribuição para este programa de pesquisa com a tese do fluxo de energia Fonte-sumidouro. Estabelecendo que não apenas a Fonte de energia, mas também o sumidouro é imprescindível para a realização de trabalho e para a manutenção de alta organização molecular dos sistemas vivos. Com isso localiza-se os seres vivos no sistema intermediário da dialética Fonte-sumidouro.

A partir de uma narrativa intrigante, Schneider e Sagan (2005) constroem a ideia de que a vida tem um propósito natural em seu sentido mais estrito e físico: “*nature abhors a gradient*” (a natureza abomina gradientes, tratando-se então de destruí-los e aproveitá-los, em tradução livre) (SCHNEIDER; SAGAN 2005, p.73). Os seres fotossintetizantes aproveitam o gradiente solar, os heterótrofos aproveitam o gradiente químico e térmico, o ciclo hidrológico aproveita os potenciais gravitacionais. Esta visão une todas as estruturas dissipativas, de furacões e células de Bérnard aos organismos vivos.

Vida enquanto processo que lança-se em determinadas direções “como expansão, aumento de taxons, crescimento do uso de energia ao longo do tempo” (SCHNEIDER; SAGAN, 2005, p.xiii). Com esta abordagem reencanta-se o mundo que segundo Prigogine (1984) foi desencantado pela ciência clássica. “Tudo que ela descreve se encontra irremediavelmente reduzido a um caso de aplicação de leis gerais desprovidas de interesse particular” (PRIGOGINE; STENGERS, 1984, p.22).

Teoria Ecológica

Enquanto os centros de pesquisa em agronomia focam prioritariamente no aumento de produtividade primária líquida dos agroecossistemas, os centros de pesquisa em ecologia enfocam a conservação da biodiversidade majoritariamente nas unidades de conservação. As pesquisas em agroecologia possuem uma grande pluralidade de enfoques, seja no sujeito, na territorialidade, na variedade de produção ou na organização produtiva, mas o enfoque estritamente teórico ainda não é muito forte. Aliar a ideia de balanço energia-matéria das unidades agrícolas à conservação da biodiversidade e buscar um ótimo que não dicotomize natureza intocada e unidade produtiva é uma tendência global e uma proposta da Agricultura Sintrópica.



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF E ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 5

Construção do Conhecimento Agroecológico



Em termos de ecologia de comunidades ressaltamos a proximidade entre a abordagem da diversidade funcional e do planejamento da Agricultura Sintrópica. A função de cada grupo é otimizado para maximizar a sinergia. Os estratos são todos ocupados e a substituição de espécies com a evolução da sucessão entra no planejamento desde o primeiro plantio. As podas constantes garantem alta produção de biomassa para conservação do solo. A rede ecológica do agroecossistema é altamente resiliente. A sobreposição de nicho é, portanto, maximizado.

Tratando na escala de paisagem, um SAF altamente biodiverso dirigido pela sucessão natural age como corredor ecológico principalmente no Contexto rural brasileiro da presença extensiva de monoculturas. A nível de ecologia de ecossistemas, a Agricultura Sintrópica se propõem a realizar diversos serviços ecossistêmicos, como conservação dos solos, água, captura de carbono.

Em comparação com a produção científica agrônômica, a agricultura sintrópica desafia em parte o paradigma da savanização dos ecossistemas para otimização da produção principalmente de grãos e cereais em monocultura, substituindo-o pelo retorno das florestas com a intencionalidade de otimizar as espécies interessantes para o ser humano e reduzir o trabalho manual, mecanizado e o uso de insumos externos.

Conclusão

O termo Agricultura Sintrópica tem seu mérito ao ressaltar um debate da física que se manteve em âmbito acadêmico entre os anos 40 e 80 e que ainda não extravasou de forma a influenciar na adequação do ensino em ciências da natureza ou na atualização da filosofia da natureza, como o papel criador da dissipação energética e a relação dialética entropia/sintropia.

Avanços recentes da literatura científica na ecologia energética e de ecossistemas têm ido na mesma direção das ideias da Agricultura Sintrópica de que a sucessão ecológica busca em última instância otimizar a dissipação energética.

A questão energética tratada de maneira mais ampla tem muito a contribuir com o desenvolvimento da agroecologia, tendo a crise ambiental como plano de fundo, a disputa pelas Fontes energéticas têm papel central na economia, porém, qualquer realização de trabalho requer não só uma Fonte de energia de alta qualidade, mas também um sumidouro para dissipar a energia de baixa qualidade ao final de cada ciclo. Faz-se, portanto, questão fundamental avançar na compreensão da termodinâmica de não equilíbrio.



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 5

Construção do Conhecimento Agroecológico



Agradecimentos

A CAPES/MEC pela concessão de bolsa de Mestrado no PPG Ecologia e Evolução da UFG para o primeiro autor.

Referências bibliográficas

BRILLOUIN, Leon. **The negentropy principle of information**. *Journal of Applied Physics*, v. 24, n. 9, p. 1152-1163, 1953.

GÖTSCH, E. **Break-through in agriculture**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1995. 22p.

SCHNEIDER, Eric D.; SAGAN, Dorion. **Into the cool: Energy flow, thermodynamics, and life**. University of Chicago Press, 2005.

HAGLUND, J., JEPSSON, F. & STRÖMDAHL, H. **Different senses of entropy-implications for education**. *Entropy*, 12(3), pp.490–515, 2010.

MORIN, E. **O Método I: a natureza da natureza**. Editora Sulina, 2008.

MOROWITZ, H. J. **Energy flow in biology; biological organization as a problem in thermal physics**. 1979.

PENEIREIRO, F. M. **Sistemas agroflorestais dirigidos pela sucessão natural: um estudo de caso**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 1999.

PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **A Nova aliança a metamorfose da ciência**. Universidade de Brasília, 1984.

LAMBERT, F.L. Disorder—**A Cracked Crutch for Supporting Entropy Discussions**. *Journal of Chemical Education*, 79(2), pp.187–192, 2002.

SCHRÖDINGER, E. **What is life?** The physical Aspect of the Living Cell. Based on lectures delivered under the auspices of the Dublin Institute for Advanced Studies, Dublin. 1944.

STRASKRABA, M., JORGENSEN, S.E., PATTEN, B.C., **Ecosystems emerging: 2. Dissipation**. *Ecological Modelling*, 117(1), pp.3–39, 1999.