

SILVA NETO, B. Desenvolvimento rural sustentável: novas questões, desafios que perduram. *In* LOPES, H. C. Teorias e processos de Desenvolvimento. Chapecó: Editora UFFS, 2016.

DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL: NOVAS QUESTÕES, DESAFIOS QUE PERDURAM

Benedito Silva Neto

Introdução

Há mais de um século uma questão básica relacionada ao desenvolvimento do capitalismo vem suscitando um intenso debate. Sinteticamente, tal questão, um tanto paradoxal, consiste no fato de que, embora a concentração fundiária e, conseqüentemente, a predominância de grandes explorações agropecuárias baseadas no trabalho assalariado se constituam em fortes tendências no capitalismo, as economias capitalistas com os maiores níveis de acumulação são justamente aquelas nas quais a distribuição fundiária é relativamente equitativa e a agricultura familiar predomina. Decorrente deste fenômeno, muitos concluíram que uma forte intervenção do Estado, inclusive por meio de reformas agrárias, seria um requisito importante para o desenvolvimento econômico de um país, pelo menos sob a égide do capitalismo. Em suma, este é o raciocínio básico que fundamenta o que passou a ser denominado de “questão agrária”¹.

Embora a contradição levantada pela questão agrária tenha sido corroborada por um grande número de estudos, inclusive recentemente por autores brasileiros como Abramoway (1992) e Veiga (2007), outros autores, especialmente a partir de Graziano da Silva (1982), salientam que a ausência de uma reforma agrária, ou outras medidas que assegurassem a predominância da agricultura familiar no Brasil, não impediu que o capitalismo se desenvolvesse no país. Assim, as profundas transformações sofridas pela agricultura brasileira, as quais, aliás, tornaram o Brasil um dos principais exportadores de produtos primários do mundo, teriam levado à superação da questão agrária neste país, que, dessa forma, se aproximaria da situação da maior parte das sociedades contemporâneas. Neste sentido, a consideração de questões como a importância das atividades não agrícolas para o desenvolvimento rural e o próprio caráter multidimensional e complexo dos processos de desenvolvimento, destacando-se os problemas relacionados à sua sustentabilidade, seria mais importante para a elaboração de políticas públicas do que a “velha” questão agrária.

¹ Provavelmente por influência do livro de Karl Kautsky, “A Questão Agrária”, publicada pela primeira vez em 1899.

Este trabalho se constitui em uma síntese realizada a partir de outros trabalhos sobre as “novas” questões relacionadas ao desenvolvimento rural. Nele procuramos mostrar que tais questões, longe de representar uma superação da importância da questão agrária, ao contrário, contribuem para recolocar esta última como essencial para a definição de políticas públicas voltadas para o meio rural. Por outro lado, procuramos mostrar também que o surgimento dessas novas questões coloca sérios desafios de ordem teórica e metodológica, com consequências importantes sobre a definição de políticas de desenvolvimento rural.

Este texto está organizado em três partes. Na primeira parte discutimos as relações entre o desenvolvimento rural e a agricultura familiar, por meio da discussão da dinâmica do surgimento de atividades não agrícolas no meio rural a partir das relações deste com a agricultura, a distribuição da renda e a dinâmica demográfica. A segunda parte, a mais longa, é dedicada à discussão da consideração da complexidade nos estudos sobre o desenvolvimento sustentável. Na terceira parte do trabalho a questão agrária, assim como o debate clássico que historicamente lhe deu suporte, é examinada diante das novas questões discutidas anteriormente. Na última parte são realizadas algumas considerações finais, focadas nas relações entre as questões discutidas na primeira e segunda parte e a questão agrária.

1 Agricultura familiar e atividades não agrícolas no meio rural

Análises efetuadas por Silva Neto e Frantz (2003) e Silva Neto e Oliveira (2008) indicam que a história da urbanização do interior do Estado do Rio Grande do Sul reflete, em boa medida, o seu processo de desenvolvimento rural. Dessa forma, segundo esses autores, a dinâmica histórica e espacial do parcelamento territorial do Estado, em decorrência das emancipações municipais, permite visualizar as distintas dinâmicas de geração de renda que aconteceram nas regiões de predomínio da agricultura familiar, da pecuária extensiva e da agricultura patronal. Nas regiões de agricultura familiar, destacam os autores, a presença de maiores contingentes populacionais decorrentes de um acesso mais democrático a terra permitiu uma dinâmica desconcentrada na distribuição da renda agrícola, promovendo, em consequência, um processo mais intenso de urbanização e um maior parcelamento territorial para fins de delimitação da área municipal. Nesse sentido, os autores argumentam que a diversidade de ocupações é maior nas regiões onde historicamente predominou a produção agrícola do tipo familiar pelo fato de o valor agregado gerado na agricultura dessas áreas ter originado processos de urbanização por multiplicação de pequenas empresas industriais e comerciais, organização e oferta de serviços de saúde, educação e cultura. É importante

salientar que os resultados obtidos nesses trabalhos convergem para a concepção da existência de “municípios rurais”, proposta por Veiga (2001). De acordo com este autor, a forma como são definidas as zonas rurais e urbanas no Brasil não permite que se obtenham estatísticas adequadas para o estudo do desenvolvimento rural. Isto porque a dinâmica socioeconômica de muitos municípios é tipicamente rural, dada a sua grande dependência em relação às atividades agropecuárias.

Utilizando-se do conceito de municípios rurais, uma série de trabalhos foi realizada para a obtenção de explicações mais precisas dos resultados descritos no parágrafo anterior. De acordo com os resultados obtidos nos trabalhos comentados anteriormente (Silva Neto e Frantz, 2003; Silva Neto e Oliveira, 2008), a hipótese adotada nesses trabalhos é a de que a demanda de bens e serviços pelos agricultores se constitui, em geral, no principal fator de estímulo para o surgimento de atividades não agrícolas no meio rural. Partindo dessa hipótese, se procurou formalizar matematicamente as relações entre a demanda dos agricultores por bens e serviços locais e o surgimento de atividades não agrícolas no meio rural.

Assim, Silva Neto e Frantz (2003) formalizaram a Lei de Engels, segundo a qual a demanda de bens e serviços normais decresce com o aumento da renda, por meio das seguintes expressões:

$$d = m \frac{K}{r}$$

$$D = dP$$

$$K = K_i \frac{r}{H}$$

onde

d = demanda média de bens e serviços locais por pessoa

m = demanda máxima de bens e serviços locais por pessoa

K = propensão a consumir da população

r = média aritmética da renda da população

D = demanda total de bens e serviços locais

P = população rural

K_i = propensão a consumir de cada indivíduo da população

H = média harmônica da renda da população

Considerando que as economias rurais produzem bens e serviços normais, os autores demonstram que a variável " K " indica que quanto maior a dispersão da renda de uma população rural, menor será a sua propensão a consumir. Os resultados obtidos indicam, no

caso do Estado do Rio Grande do Sul, que a manutenção da população no campo, a ampliação da renda dos agricultores e a promoção de uma melhor distribuição dessa renda podem ser elementos importantes de uma política de estímulo a atividades não agrícolas no meio rural.

Callegaro e Silva Neto (2004) elaboraram um modelo matemático que permite analisar o efeito dos diferentes componentes keynesianos da demanda agregada, ao nível municipal, incluindo aqueles relacionados à produção agrícola e à distribuição da renda, sobre a renda gerada no meio rural. Assim, no seguinte modelo básico de demanda agregada

$$Y = C + G + I + X - M$$

$$Y = C + T + S$$

onde

Y = demanda agregada (equivalente à renda e à produção)

C = consumo total

I = investimentos

G = gastos do governo

X = exportações

M = importações

T = impostos e taxas

S = poupança

os autores introduziram a expressão

$$C = C_1 + C_2$$

C_1 = consumo de bens e serviços locais

C_2 = consumo de bens e serviços produzidos externamente

Neste modelo, o consumo de bens e serviços locais é uma variável independente, assumindo-se apenas que seu valor é influenciado pela distribuição da renda e pela população, de acordo com os resultados obtidos por Silva Neto e Frantz (2003)².

As simulações realizadas por Callegaro e Silva Neto (2004) com o modelo descrito sinteticamente acima indicaram que o aumento do consumo de bens e serviços locais, o qual pode ser provocado por uma distribuição da renda ou por um aumento da população, teria efeitos positivos sobre a renda induzida. Os resultados obtidos, portanto, indicam que políticas de reconversão dos sistemas de produção de agricultores com baixo desempenho econômico podem contribuir significativamente para o desenvolvimento rural. A explicação é

² Embora a integração no modelo keynesiano da expressão hiperbólica utilizada por esses autores tenha, mais tarde, se mostrada inadequada.

o efeito benéfico de tais medidas sobre a distribuição da renda e a fixação da população no campo e, conseqüentemente, sobre o consumo de bens e serviços locais.

Silva Neto e Callegaro (2004) introduziram uma expressão no modelo básico de demanda agregada descrito acima que permite explicitar as relações entre a concentração da renda, o consumo total e o consumo local. Esta expressão é descrita como

$$C_1 = P f \log (C/P)$$

onde

C_1 = consumo de bens e serviços locais

P = população rural

f = coeficiente associado ao tipo de bens e serviços disponíveis e à distribuição da renda

C = consumo total

Os autores então aplicaram o modelo na análise da economia do município de Coronel Barros, um município cujas características permitem classificá-lo como tipicamente rural. O valor do multiplicador da renda calculado pelos autores a partir da parametrização do modelo com os dados do município foi de cerca de 9%. Em outras palavras, a circulação de uma unidade monetária no município, que entra por meio da produção agropecuária “exportada”, do recebimento de recursos públicos ou por meio de investimentos vindos do seu exterior, provoca a geração de 0,09 unidades monetárias de renda induzida aproximadamente. Associado a outras características do município, como certa concentração da renda devido à dinâmica excludente da sua agricultura, os autores concluem que Coronel Barros apresenta um desenvolvimento de suas atividades não agrícolas bem abaixo do que seria possível a partir do ingresso de moeda proporcionado pela sua produção agrícola e pelos recursos públicos estaduais e federais que ele recebe. Por essa razão sugerem políticas públicas capazes de alterar a dinâmica da agricultura de municípios como Coronel Barros, de forma a favorecer o surgimento de atividades não agrícolas. Tais políticas, recomendam os autores, devem ter como um dos seus objetivos principais evitar a queda da população desses municípios por meio do apoio à reconversão dos sistemas de produção de pequenos agricultores com baixo desempenho econômico de forma que possam manter-se na agricultura.

Silva Neto e Figueiredo (2009) procuraram aperfeiçoar o modelo proposto por Silva Neto e Callegaro (2004). Utilizando uma expressão inspirada no “Almost Ideal Demand Model” (AIDS) proposto por Deaton e Muellbauer (1980), a qual permite especificar separadamente a influência das variáveis relacionadas à distribuição da renda e ao tipo de

bens e serviços sobre o consumo de bens e serviços locais. Na sua forma logarítmica, essa expressão pode ser descrita como

$$\log C_1 = \log a + b \log C$$

onde

C_1 = consumo por pessoa de bens e serviços locais

a = coeficiente associado a distribuição da renda

C = consumo total por pessoa de bens e serviços

b = coeficiente associado ao tipo de bens e serviços locais

A vantagem de tal modelo é que ele permite a utilização de dados empíricos sobre o consumo de bens e serviços locais, os quais podem ser obtidos por meio de entrevistas, e sobre a distribuição da renda, a qual pode ser obtida a partir de dados do IBGE, na formulação do modelo de demanda agregada do município. O modelo foi aplicado para análise da dinâmica do desenvolvimento econômico do município Lagoa dos Três Cantos. As conclusões obtidas neste trabalho foram bastante semelhantes as de Callegaro e Silva Neto (2004), relativas ao município de Coronel Barros. O multiplicador keynesiano da renda foi praticamente o mesmo, de 8% aproximadamente, refletindo a incipiente diversificação da economia do município. Mesmo assim, as simulações indicaram que a conjugação da má distribuição da renda com uma diminuição da população do município tem efeitos altamente negativos sobre as atividades não agrícolas, os quais, salientam os autores, dificilmente podem ser compensados por uma expansão da renda proveniente da agricultura.

É interessante observar que os resultados obtidos nesses trabalhos, que atestam os efeitos limitados da produção agrícola sobre as atividades não agrícolas, corroboram a posição defendida por autores que observam haver certa dicotomia entre desenvolvimento agrícola e desenvolvimento rural (ver, por exemplo, Graziano da Silva, 2000). Segundo esses autores, na medida em que se constata um aumento da importância das rendas não agrícolas no meio rural, a agricultura poderia deixar de ser o principal foco das políticas de desenvolvimento rural. Porém, nos municípios analisados por Silva Neto e Callegaro (2004) e Silva Neto e Figueiredo (2008) a dicotomia entre desenvolvimento rural e desenvolvimento agrícola não significa a inexistência de fortes relações entre esses dois fenômenos. Ao contrário, nesses casos tal dicotomia foi explicada pelo fato de o estímulo provocado pelo aumento da produção agrícola vendida para fora do município sobre as atividades não agrícolas locais poder ser neutralizado pela concentração da renda e por uma diminuição da oferta de empregos na agricultura. Sendo assim, essa dicotomia pode mesmo tornar-se um verdadeiro antagonismo na medida em que o atual padrão de desenvolvimento dominante na

agricultura contemporânea tem provocado uma maior concentração da renda e uma forte diminuição da população no meio rural (Mazoyer, 2001), fenômeno, aliás, também observado nos municípios estudados.

Em suma, os resultados obtidos nos trabalhos que envolveram a modelagem macroeconômica do desenvolvimento local, brevemente descritos anteriormente, podem contribuir significativamente para explicar o maior dinamismo do desenvolvimento rural nas regiões de predomínio da agricultura familiar no Estado do Rio Grande do Sul.

No entanto, se historicamente a agricultura familiar desempenhou um importante papel no desenvolvimento rural do Estado do Rio Grande do Sul, nas condições atualmente vigentes no setor agrário deste Estado, a agricultura familiar teria ainda a capacidade de continuar desempenhando este papel?

No que diz respeito a uma região de grandes propriedades de pecuária extensiva do Rio Grande do Sul, essa questão já se encontra abordada na tese de doutorado preparada por Silva Neto (1994). Nessa tese, além do estudo da dinâmica do desenvolvimento da agropecuária da região, realizado por meio de uma análise-diagnóstico do seu sistema agrário, procurou-se também, por meio da programação matemática, avaliar o potencial técnico e econômico dos sistemas de produção adotados pela agricultura familiar da região. Os resultados indicaram que, na região estudada, uma reforma agrária é uma medida dificilmente contornável para que o significativo potencial dos sistemas de produção adotados pela agricultura familiar possa se expressar. Devido à ampla predominância da pecuária extensiva na região, uma reforma agrária permitiria que a produção agropecuária atingisse patamares muito superiores aos observados atualmente.

A avaliação do potencial produtivo da agricultura familiar foi um dos objetivos de uma análise dos sistemas agrários do Estado do Rio Grande do Sul, organizada por Silva Neto e Basso (2005). De acordo com as conclusões relativas a este objetivo, sintetizadas no capítulo elaborado por Silva Neto, Lima e Basso (2005), em todos os sistemas agrários do Rio Grande do Sul existem sistemas de produção desenvolvidos por agricultores familiares (ou passíveis de serem adotados por eles) cuja intensidade no uso da terra é suficientemente elevada para servir de base à formulação de políticas locais de desenvolvimento rural. Assim, segundo os autores, mesmo que os estudos dos sistemas de produção realizados não tenham permitido uma análise de toda a diversidade dos sistemas de produção de cada um dos sistemas agrários do Estado, o fato de que em todos os casos estudados tenham sido identificados sistemas de produção bem mais intensivos do que os predominantes nos seus respectivos sistemas agrários, e com poucas restrições a sua adoção por um grande número de

agricultores, indica claramente o significativo potencial da agricultura familiar no Estado, desde que políticas públicas adequadas sejam adotadas.

Tais resultados são corroborados por estudos de sistemas de produção nos quais a programação matemática foi utilizada para avaliar o potencial produtivo e os processos de tomada de decisão de agricultores familiares (Silva Neto e Ceretta, 2000; Retzlaff e Silva Neto, 2005; Silva Neto e Oliveira, 2009). Os modelos desenvolvidos nesses estudos indicam que os sistemas de produção dos agricultores familiares possuem um potencial produtivo muito maior do que o indicado pelos seus resultados técnicos e econômicos atualmente observados. Em outras palavras, mesmo considerando de forma relativamente detalhada o conjunto de restrições técnicas, econômicas e comportamentais (especialmente diante da incerteza) que os agricultores familiares devem respeitar no seu processo de tomada de decisão, os estudos indicam que é possível, em boa medida por meio das técnicas desenvolvidas atualmente pelos próprios agricultores, reverter os sistemas de produção familiares de forma a torná-los mais produtivos e rentáveis. Tais reconversões, porém, em muitos casos, especialmente nos que envolvem a promoção da produção de leite, como mostrado por Silva Neto e Basso (2005), exigiriam um razoável aporte de capital, assim como condições de financiamento mais flexíveis do que as vigentes atualmente (mesmo no PRONAF).

2 Complexidade e desenvolvimento rural sustentável

Os trabalhos discutidos anteriormente enfocam o desenvolvimento rural a partir de um ponto de vista essencialmente econômico. É evidente, porém, que uma análise adequada do desenvolvimento rural deve levar em consideração muitos outros aspectos, dentre os quais tem sido crescentemente destacada a questão da sua sustentabilidade. Tal fato proporciona uma grande complexidade aos estudos sobre o desenvolvimento e, portanto, também aos dedicados ao desenvolvimento rural. Uma das consequências do reconhecimento dessa complexidade, porém, tem provocado uma proliferação de um grande número de abordagens do desenvolvimento³, as quais, embora em geral bastante pertinentes quando analisadas sob a ótica dos seus objetivos específicos, se traduz por uma fragmentação dos estudos nesse campo.

A consideração da complexidade, portanto, pode ser considerada por si só como um problema a ser tratado no âmbito dos estudos sobre o desenvolvimento e a sua

³ Como por exemplo as abordagens baseadas nos conceitos de capital social, desenvolvimento endógeno, desenvolvimento regional, desenvolvimento territorial, desenvolvimento local, etc.

sustentabilidade. Recentemente, publicamos, muitas vezes com outros colaboradores, uma série de trabalhos com o objetivo de abordar esta questão, que também foi objeto de um pós-doutorado, especialmente nos seus aspectos metodológicos.

Antes, porém, de discutir os principais resultados obtidos nesses trabalhos, alguns comentários sobre abordagens científicas recentes da noção de complexidade nos parecem necessários.

2.1 Abordagens científicas da complexidade

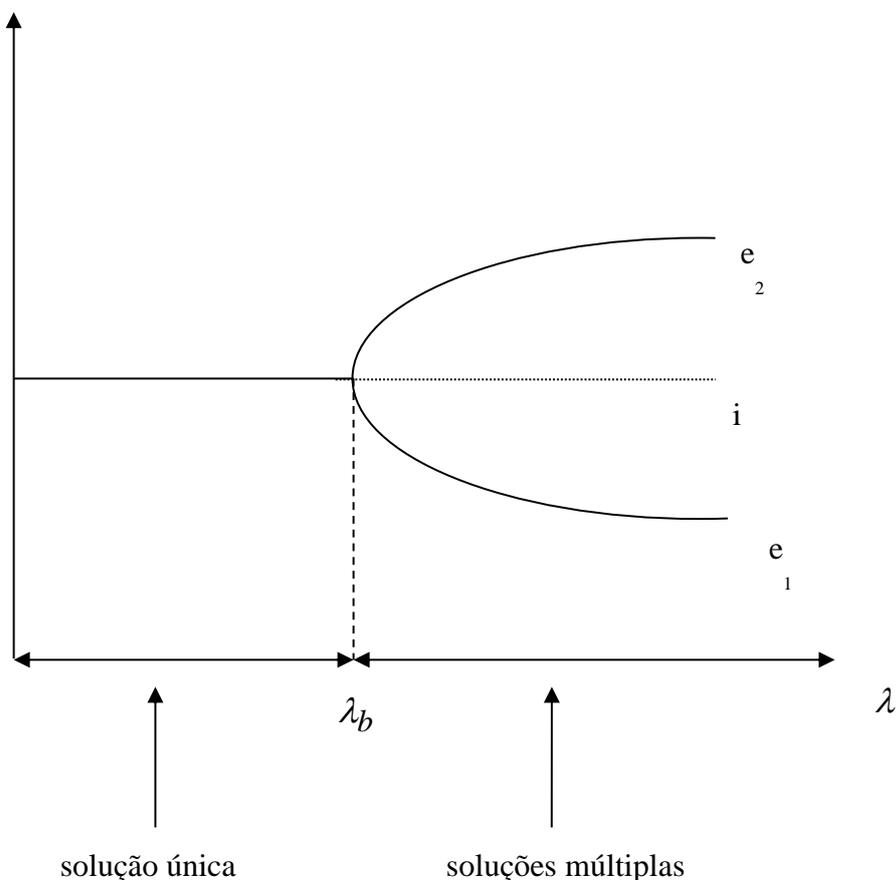
Uma extensa literatura consagrada ao estudo de temas relacionados com a complexidade tem sido produzida nas últimas décadas. De um ponto de vista científico, a noção de complexidade tem sido relacionada muitas vezes à existência de uma série de aparentes paradoxos no comportamento de certos sistemas, os quais são, em geral, intratáveis pelos métodos usualmente utilizados pela ciência. Por exemplo, como discutido mais adiante, muitos estudos sobre a complexidade têm contestado a associação dessa noção com a heterogeneidade e com a dificuldade de inteligibilidade de um sistema. Nesse sentido tem sido demonstrado que um sistema complexo não é, necessariamente, mais heterogêneo do que um sistema simples. Além disso, muitos estudos também demonstram que a complexidade do comportamento de um sistema não necessariamente está relacionada à dificuldade de sua compreensão, mas que, por outro lado, é o próprio conceito de inteligibilidade que deve ser reconsiderado, no sentido de dissociá-lo da previsibilidade. Tais estudos mostram que, embora as relações entre causa e efeito que regem o comportamento de um sistema complexo possam ser perfeitamente definidas, permitindo que se possa intervir sobre as mesmas, tal definição não necessariamente permite que sejam realizadas previsões precisas sobre os estados futuros do sistema. Em geral, quando se trata de sistemas complexos, as previsões do seu comportamento adquirem um caráter mais "qualitativo", ou seja, estão muito mais relacionadas a padrões de comportamento do que à definição de estados específicos.

A relação entre determinismo e imprevisibilidade é considerada, portanto, de importância central nos estudos sobre a complexidade. De fato, resultados recentes sobre sistemas dinâmicos demonstram que a formalização de um sistema de forma determinista, isto é, sem a presença de variáveis aleatórias, não implica na previsibilidade do seu comportamento. Ao contrário, muitos sistemas dinâmicos não-lineares estão sujeitos a mudanças bruscas de comportamento durante as quais seu comportamento torna-se

imprevisível, mesmo em condições experimentais controladas⁴ (Nicolis e Prigogine, 1989:71; Prigogine e Stengers, 1986:229; Prigogine, 1994:30). Tais sistemas, caracterizados como “complexos”, podem apresentar vários comportamentos que vão desde o equilíbrio até o caos-determinista, passando por vários ciclos-limite, de acordo com o valor de um ou mais parâmetros. O valor assumido por tais parâmetros na fronteira entre um ciclo-limite e outro, ou entre um ciclo-limite e o caos-determinista, é chamado de ponto de bifurcação.

Por exemplo, na figura 1 é mostrada uma bifurcação em forquilha (Prigogine, 1994:30). Conforme mostrado nessa figura, antes do parâmetro λ atingir o valor λ_b , o sistema apresenta apenas uma solução, como no caso de um estado de equilíbrio. Porém, no ponto λ_b , o sistema passa a apresentar soluções múltiplas. Assim, a partir de um ponto de bifurcação, um mesmo valor de λ está associado a mais do que um estado do sistema.

Figura 1 – Exemplo de ponto de bifurcação



Fonte: Prigogine (1994:30).

Prigogine (1994:30) salienta que quando um sistema se localiza longe de um ponto de bifurcação o seu comportamento é regido, fundamentalmente, pelas relações deterministas

⁴ Embora a maioria desses sistemas seja “aberta”, ou seja, não controlável.

que caracterizam sua estrutura, mas, em um ponto de bifurcação, a trajetória futura de um sistema é definida probabilisticamente pelas suas flutuações internas ou por perturbações externas. Esta é a base do conceito de “ordem por flutuação”, discutido por Prigogine e Stengers (1986:239). Por exemplo, a partir do ponto λ_b , há certa probabilidade do sistema mostrado na Figura 1 tomar a trajetória e_1 ou e_2 , sendo que a probabilidade do sistema tomar a trajetória i é bastante baixa devido à alta instabilidade da mesma. Assim, no caso de seguir as trajetórias e_1 ou e_2 , as quais são estáveis (pelo menos inicialmente), o sistema pode continuar deterministicamente sua evolução na medida em que λ aumenta até atingir um novo ponto de bifurcação. No caso, porém, de seguir a trajetória i o sistema continuará vulnerável a flutuações internas e a perturbações externas, de forma crescente na medida em que λ aumenta. Caso o processo for repetido, a evolução do sistema poderá ser diferente. De acordo com Nicolis e Prigogine (1989:14), esta combinação entre determinismo e não determinismo, característica dos sistemas complexos, lhes confere uma dimensão histórica, na medida em que, apesar de serem imprevisíveis, esses sistemas guardam a “memória” dos eventos passados que ocorreram em momentos críticos que, por esta razão, marcarão toda sua evolução posterior. É por esse motivo que os sistemas complexos, em geral, são altamente sensíveis às suas condições iniciais e a flutuações e perturbações, embora o efeito destas últimas dependa das condições do sistema no momento em que elas ocorrem.

Além das bifurcações, uma das características mais importantes dos sistemas complexos é a presença de propriedades emergentes, isto é, as propriedades de um sistema que não podem ser explicadas pelas propriedades dos seus componentes.

A partir de um ponto de bifurcação, há uma quebra de simetria entre os componentes do sistema, o que implica em certa organização desse sistema. Tal organização, portanto, não pode ser compreendida apenas a partir da análise dos componentes do sistema isoladamente e, muitas vezes, nem mesmo a partir da análise das relações que estes estabelecem entre si (ou seja, a estrutura ou configuração do sistema), mas exige que a própria evolução do sistema seja considerada. Em outras palavras, a organização de um sistema complexo e, assim, as propriedades emergentes a ela relacionada são “produtos históricos”. (Nicolis e Prigogine, 1989:140; Prigogine e Stengers, 1986:230).

No entanto, pode-se argumentar que a teoria dos sistemas dinâmicos, sobre a qual boa parte dos estudos sobre sistemas complexos se baseia, por si só pode apenas indicar possibilidades matemáticas, as quais não necessariamente correspondem a processos reais. É justamente em resposta às críticas ao caráter formal e altamente abstrato de muitos estudos

sobre sistemas complexos que se destacam os resultados obtidos no campo da termodinâmica do não-equilíbrio. As estruturas dissipativas, isto é, sistemas que dissipam energia se mantendo longe do equilíbrio termodinâmico, são sistemas físicos, químicos, biológicos e sociais onnipresentes na biosfera terrestre (sendo a própria biosfera também uma estrutura dissipativa). E a caracterização de tais estruturas dissipativas como sistemas complexos, evolutivos e auto-organizados é algo que encontra atualmente pouca contestação na comunidade científica (Nicolis e Prigogine, 1989:36). Enfim, é importante salientar que os estudos sobre sistemas complexos têm provocado a formulação de uma série de conceitos importantes como o de atrator estranho (Bergé et. al., 1996), caos-determinista (Kiel e Elliot, 2004), criticalidade auto-organizada (Bak e Chen, 1991), fractais (Sapoval, 1997), autopoiese (Maturana e Varela, 1997), evolução logística (Prigogine e Stengers, 1986:251) e panarquia (Gunderson e Holling, 2002), por meio dos quais podem ser analisadas as suas características específicas, assim como a sua grande diversidade.

A noção de complexidade tem sido também aplicada na interpretação da atividade científica, gerando resultados interessantes no campo epistemológico, especialmente no âmbito do realismo crítico (Archer et. al., 2004). Tais resultados têm contribuído para esclarecer o significado do determinismo e suas relações com a ciência. Assim, uma crítica fundamental realizada às concepções hegemônicas da atividade científica é o que Bhaskar (2007:16) denomina de “falácia epistêmica” cometida pelo realismo empírico de Hume, segundo a qual proposições sobre a realidade são transformadas em proposições sobre nosso conhecimento da realidade. A partir dessa crítica, este autor defende que a ontologia, análise da natureza do ser (ou da realidade), não pode ser reduzida à epistemologia, análise das condições para o conhecimento do ser (ou da realidade). Bhaskar (2007:107) propõe então uma distinção entre um determinismo ontológico, cuja ubiquidade é uma condição fundamental para a viabilidade da ciência, e um determinismo epistemológico, o qual ocorre apenas sob certas condições. O fato do realismo empírico, fortemente hegemônico na ciência contemporânea, reconhecer apenas o determinismo epistemológico, faz com este seja o sentido que normalmente se atribui ao termo determinismo. Segundo Bhaskar (2007:107), o determinismo epistemológico ocorre quando o conhecimento das causas de um fato torna possível o seu conhecimento de tal fato antes mesmo que ele ocorra, ou seja, torna possível que um fato seja perfeitamente previsível. O determinismo epistemológico implica no pressuposto de sistemas simples ou “fechados” (predeterminados) ou, pelo menos, na necessidade do estabelecimento de condições controladas para a prática científica. Já o determinismo ontológico implica a possibilidade de o conhecimento das causas de um fato

não permitirem o seu conhecimento antes que o mesmo ocorra. Isto porque a natureza complexa e estruturada da realidade implica que a ocorrência de muitos eventos seja regida simultaneamente por diferentes causas, as quais, por sua vez, são regidas por diferentes princípios cuja supremacia na determinação do evento em questão, embora possa ser explicada a posteriori, apenas em condições muito especiais pode ser conhecida a priori. Isto explica, ainda segundo Bhaskar (2007:107), a assimetria temporal entre causa e efeito e, portanto, a irreversibilidade do tempo, o que mostra, aliás, uma clara convergência da posição desse autor com a noção de complexidade discutida anteriormente.

Partindo dessas concepções, Bhaskar (2007:108) postula que a atividade científica só pode ser concebida no quadro de relações deterministas ontológicas. Em outras palavras, a ciência, segundo ele, se interessa por explicar as causas de eventos, fenômenos e processos, o que implica a impossibilidade de qualquer atividade científica diante da ocorrência de eventos, fenômenos ou processos arbitrários, sem causas. Por outro lado, Bhaskar (2007:110-111) defende que as leis científicas apenas impõem restrições ao tipo de comportamento possível de um sistema, sendo que o comportamento efetivamente observado depende das circunstâncias específicas sob as quais ocorre e embora influenciem o sistema não podem ser consideradas como causas do seu comportamento. Aqui também é interessante observar a convergência das posições de Bhaskar e as noções de complexidade discutidas anteriormente, especialmente em relação ao efeito que pequenas flutuações internas ou perturbações externas podem ter sobre o comportamento de sistemas não-lineares. Na perspectiva de Bhaskar (2007:125), portanto, o determinismo não implica um mundo “fechado”, isto é, no qual basta definir as condições que prevaleceram no passado para conhecermos o futuro. Ao contrário, implica um mundo “aberto”, o que significa que as relações deterministas que o regem definem possibilidades, alternativas, e não um único caminho para a sua evolução. Em outras palavras, a forma como Bhaskar define o objeto da ciência permite assumir o determinismo sem, no entanto, renunciar ao caráter histórico da realidade.

Segundo o realismo crítico, a presença de propriedades emergentes restringe de forma significativa a utilização de procedimentos baseados em deduções matemáticas e induções estatísticas neste campo (Lawson, 1997). Isto porque a aplicação de tais procedimentos, rigorosamente, exige situações controladas, nas quais os componentes de interesse do sistema são isolados para permitir a análise dos seus efeitos específicos (ou seja, uma análise de "sistemas fechados", em contraposição aos "sistemas abertos", que ocorrem na natureza e, em particular, nas sociedades humanas, conforme expressa Bhaskar (2007)). É por essa razão que Chibeni (1996) identifica no realismo crítico os fundamentos epistemológicos para o uso

sistemático de inferências abduativas na atividade científica. Segundo o autor, ao contrário das inferências dedutivas e indutivas, as quais são formais, as inferências abduativas dependem do conteúdo das premissas. O esquema geral dos argumentos abduativos consiste no enunciado de uma evidência (um fato ou conjunto de fatos), de hipóteses alternativas para explicar tal evidência, e de uma apreciação do valor dessas explicações baseada nos seus conteúdos. A conclusão é de que a melhor explicação provavelmente é a verdadeira. Assim, em contraste com os argumentos dedutivos, a conclusão não segue logicamente as premissas e depende de seu conteúdo. Também, em contraste com os argumentos indutivos, ela não necessariamente consiste em uma extensão uniforme das evidências, o que permite sua utilização mesmo em situações instáveis (Chibeni, 1996). Essas características tornam as inferências abduativas particularmente interessantes na busca de explicações causais, especialmente em situações não controladas.

A noção de complexidade, tal como discutida no item anterior, foi utilizada para discutir as consequências do caráter evolutivo e aberto dos sistemas ecossociais sobre o conceito de desenvolvimento sustentável, assim como sobre os pressupostos adotados para a sua promoção (Silva Neto, 2004; Silva Neto e Santos, 2007; Silva Neto, 2008a); para interpretar a dinâmica geral da agricultura por meio da caracterização dos sistemas agrários como sistemas complexos (Silva Neto, 2005; Santos, Oliveira e Silva Neto, 2007) e para fundamentar métodos de pesquisa baseados na observação da atividade agropecuária em condições de campo (Silva Neto, 2007; Silva Neto, 2008). Uma síntese desses resultados é apresentada nas seções seguintes.

2.2 A complexidade e o conceito de desenvolvimento sustentável

Silva Neto (2004) procurou analisar o potencial das abordagens científicas recentes sobre a complexidade para a análise do desenvolvimento. A partir de uma revisão da literatura sobre o tema, o autor conclui que a interpretação da sociedade como uma rede de relações cujos componentes são altamente interdependentes parece ser bastante plausível. O autor sugere que a abordagem da complexidade, enquanto um novo paradigma, pode se constituir em um quadro geral ("framework") interessante para os estudos sobre o desenvolvimento. Inclusive, segundo o autor, a adoção do paradigma da complexidade poderia proporcionar certa unidade conceitual e metodológica para uma série de abordagens relativamente recentes do desenvolvimento local que enfatizam a análise da diversidade dos agentes sociais e das relações que eles mantêm entre si, como os estudos baseados nas noções de Aglomerados, "Clusters", Sistemas Locais de Produção, Redes de Cooperação, Capital Social e Sistemas

Agrários. Além disso, observa o autor, a abordagem da complexidade parece ser bastante consistente com o conceito de desenvolvimento como liberdade proposto por Sen (2000). Nesse sentido é possível interpretar muitos resultados de pesquisa sobre sistemas complexos adaptativos como fortes indicativos de que sociedades democráticas apresentam melhores condições para se adaptar e, conseqüentemente, se desenvolver, na medida em que os agentes sociais mantêm uma ampla liberdade e capacidade de participar na construção da mesma, segundo princípios e normas amplamente aceitos.

Silva Neto e Santos (2007) e Silva Neto (2008^a) procuraram analisar os conceitos de desenvolvimento e de sustentabilidade a partir da complexidade discutida anteriormente. Uma breve síntese dos conceitos elaborados por esses autores é realizada a seguir.

Os autores conceituam o desenvolvimento como um processo evolutivo que ocorre em sociedades interpretadas como sistemas dissipativos que se mantêm longe do equilíbrio (estruturas dissipativas). O desenvolvimento é, portanto, interpretado como um processo complexo auto-organizado, o que implica reconhecer que as estruturas sociais emergem fundamentalmente a partir das interações locais entre seus constituintes, e que sua trajetória não pode ser prevista, o que descarta a possibilidade de um planejamento centralizado eficaz. Segundo esse conceito, o desenvolvimento não é um processo fechado, que preconiza que a sociedade deva atingir um determinado estado específico, ou seguir uma determinada trajetória, cuja definição é baseada em algum exemplo já existente (países, regiões ou locais considerados desenvolvidos). Ao contrário, ao conceituar o desenvolvimento como um processo evolutivo, os autores salientam que o importante não é o seu estado final, mas sim os fatores que condicionam a evolução da sociedade de forma que mantenha características consideradas desejáveis. Nesse sentido, segundo a abordagem proposta, não existem países, regiões ou locais desenvolvidos, mas sim sociedades capazes de se desenvolver. Conseqüentemente, na análise de tais sociedades, o importante não é o que diretamente proporciona as características porventura consideradas desejáveis do desenvolvimento, como por exemplo, as relacionadas à melhoria da qualidade de vida como renda, organização econômica, formas de exploração dos recursos, mas sim "propriedades sistêmicas", ou seja, aquelas que permitem que as sociedades consigam adaptar-se e evoluir adequadamente.

Seguindo seu raciocínio, os autores sustentam que novas relações sociais e novas formas de manipulação de energia e uso de recursos são os principais fatores geradores de diversidade em uma sociedade. Pode-se argumentar que a capacidade de inovar, para se manifestar plenamente, necessita que os seres humanos desfrutem de um mínimo de liberdade "substantiva", isto é, que os seres humanos tenham não apenas o direito, formal, de exercer

sua liberdade, mas também as condições materiais para tanto. Nesse sentido a abordagem do desenvolvimento que procuram descrever os autores apresenta uma grande convergência com a noção de desenvolvimento como liberdade proposta por Sen (2000, p. 17). De acordo com este autor, a liberdade supõe não apenas um rigoroso respeito aos direitos dos indivíduos, mas também o acesso a meios materiais e intelectuais que possibilitem a expressão das suas potencialidades. Além disso, a liberdade substantiva também pressupõe certa capacidade de ação política que possibilite uma efetiva participação de toda a população nos processos decisórios da sociedade (Sen, 2000, p. 180).

No entanto, a tentativa de promover uma liberdade que não seja apenas formal levanta problemas de difícil solução. Isto porque, em situações concretas, caracterizadas pela escassez de recursos e por conflitos de interesse, a expansão da liberdade de um indivíduo gera, inevitavelmente, a limitação da liberdade de outros. Assim a promoção da liberdade substantiva implica também em formas de regulação do acesso aos recursos disponíveis e da solução de conflitos. Portanto, o que determina a liberdade substantiva não é a ausência de regras, mas, ao contrário, a liberdade substantiva só pode ser assegurada por meio da existência de formas de regulação das relações sociais que assegurem certa igualdade do que Amartya Sen conceitua como funcionamentos e capacidades⁵ (Sen, 2000, p. 95). E tal regulação, para que seja efetiva, deve ser fruto de processos democráticos de organização da sociedade (Sen, 2000, p. 180).

Outra propriedade sistêmica importante no processo de desenvolvimento salientada por Silva Neto e Santos (2007) e Silva Neto (2008^a) é a inteligência coletiva. Isso porque em sociedades que se auto-organizam, diferenciando suas estruturas internas, os indivíduos que a compõe passam a ocupar posições cada vez mais específicas, o que dificulta uma plena compreensão, por parte de qualquer um desses indivíduos, do estado ou do comportamento global da sociedade. Além disso, a existência de interesses conflitantes que afetam a todos os indivíduos (embora em diferentes graus) aumenta ainda mais essa dificuldade. Por outro lado, os autores apontam estudos, como os descritos por Surowiecki (2004), em que processos de decisão nos quais os indivíduos, ao analisar problemas de forma independente e descentralizada, geraram, coletivamente, soluções que são mais precisas do que as soluções elaboradas por eles mesmos de forma isolada. É interessante observar que nesses processos

⁵ Segundo Amartya Sen "o conceito de 'funcionamentos' reflete as várias coisas que uma pessoa pode considerar ser valioso fazer." Assim, "os funcionamentos podem ser desde elementares, como ser adequadamente nutrido e livre de doenças evitáveis, a atividades ou estados pessoais muito complexos, como poder participar da vida da comunidade e ter respeito próprio." Já "a 'capacidade' de uma pessoa consiste nas combinações alternativas de funcionamentos cuja realização é factível para ela." (SEN, 2000, p. 95).

são as soluções genuinamente coletivas que se mostram superiores, e não apenas soluções individuais, devidamente selecionadas pelo grupo (Surowiecki, 2004, p. 6). Os autores citam também estudos realizados por Szuba (2001), que propõe um modelo formal utilizando técnicas de inteligência artificial, mostrando que processos computacionais distribuídos, descentralizados e paralelos, podem mostrar-se muito superiores a processos computacionais centralizados, mesmo quando possuem maior capacidade de processamento. Portanto, segundo o autor, os fenômenos de inteligência coletiva podem ser explicados pelo fato das pessoas agirem como unidades de processamento paralelas descentralizadas e independentes. Em suma, segundo a abordagem proposta por Silva Neto e Santos (2007), e Silva Neto (2008a), a liberdade substantiva e a inteligência coletiva, promovidas por meio de processos de aprendizado coletivo, seriam as principais propriedades sistêmicas a serem estimuladas na promoção do desenvolvimento.

Silva Neto e Santos (2007) e Silva Neto (2008a) analisam também o conceito de sustentabilidade a partir da noção de complexidade discutida anteriormente.

Na revisão bibliográfica desenvolvida pelos autores, eles destacam que, em vários trabalhos, é salientada a necessidade de uma visão dinâmica e evolutiva da sustentabilidade. Assim, em Proops et al. (1996) afirma-se que “a sustentabilidade não é algo a ser atingido, mas um constante processo”. E, segundo Hollings (2000), “sustentabilidade é a capacidade de criar, testar, e manter capacidade adaptativa” e “desenvolvimento é o processo de criação, teste, e manutenção de oportunidades”. Também em Hollings (2000), “o desenvolvimento sustentável refere-se ao objetivo de promover capacidades adaptativas e criar oportunidades”. Os autores destacam também o trabalho de Voinov e Farley (2007), que afirmam a existência de uma contradição interna no conceito de sustentabilidade, na medida em que a manutenção de um sistema muitas vezes ocorre graças à renovação periódica de seus subsistemas, os quais não seriam, portanto, sustentáveis em termos absolutos. Assim, segundo Voinov e Farley (2006), a identificação da sustentabilidade com preservação a qualquer custo, sem levar em consideração os diferentes níveis hierárquicos dos sistemas, pode comprometer seriamente a sustentabilidade da biosfera (e, portanto, a de todos os subsistemas que a compõe).

De acordo com Silva Neto e Santos (2007) e Silva Neto (2008a), a consideração das sociedades humanas como estruturas dissipativas reforça tais posições. Segundo essa abordagem, a sustentabilidade, quando considerada de forma absoluta, é um conceito destituído de qualquer sentido. Isso porque uma sociedade que evolui e, portanto, muda, é sempre ao mesmo tempo sustentável e não sustentável. Em outras palavras, uma sociedade que evolui não pode ser considerada sustentável, em termos absolutos, porque as mudanças

que caracterizam sua evolução significam que ela não se manteve, ou seja, não se sustentou, e continua a fazê-lo. Porém, ao mesmo tempo, uma sociedade que evolui pode ser considerada sustentável caso ela continue a manter certa estrutura. Assim, ao assumirmos que as sociedades evoluem, não podemos discutir a sua sustentabilidade em termos absolutos. É preciso especificar o que se está (e o que não se está) procurando sustentar, pois de qualquer forma, no futuro, o desenvolvimento será diferente. E as mudanças ocorrerão tanto no que diz respeito às condições materiais para o desenvolvimento como em relação ao próprio significado específico que será atribuído a esse termo. Embora muitas noções relacionadas ao que, em geral, de um ponto de vista normativo, se entende por desenvolvimento, como a necessidade de melhorar a qualidade de vida dos mais pobres ou de preservar o meio ambiente de forma a assegurar boas condições de vida às gerações futuras, possam parecer amplamente consensuais, tal consenso é insuficiente para o estabelecimento de critérios para a tomada de decisão diante de problemas que se colocam em situações concretas, caracterizadas pela escassez de recursos e por conflito de interesses.

Assim, de um ponto de vista evolutivo, a determinação do que é e do que não é sustentável só tem sentido a partir de análises objetivas de situações concretas que permitam delimitar as possibilidades de escolha que se colocam para a sociedade, as quais devem ser definidas levando-se em consideração as consequências da escolha de cada uma das opções, os meios necessários para que elas possam ser efetivadas, etc. E isso não apenas em relação às consequências ambientais, mas também em relação às consequências sociais, ou seja, é necessário que se estime qual parte da sociedade (categoria social, setor econômico, etc.) será prejudicada a partir de cada escolha, e como evitar que os indivíduos relacionados a ela não sejam simplesmente marginalizados na sociedade.

A partir do exposto, fica claro que, de acordo com uma abordagem evolutiva, existem várias "sustentabilidades" possíveis de uma sociedade, sendo que a promoção de uma delas ocorrerá, sempre, em detrimento de outra.

No entanto, alertam os autores, é importante salientar que o papel privilegiado dispensado a análises objetivas de problemas concretos para embasar as escolhas a serem realizadas não significa que as escolhas realizadas por uma sociedade devam ser feitas sem a consideração de princípios éticos e morais, inclusive os que levam em consideração os possíveis interesses e necessidades das gerações futuras, ou de outras espécies, ou a necessidade da preservação da biodiversidade como um fim em si mesmo, etc. Tais escolhas não apenas devem ser realizadas levando-se em conta tais princípios, mas, concordam os autores, elas são mesmo impossíveis de serem feitas independentemente deles. O que os

autores enfatizam é que tais princípios não se constituem em conceitos operacionais para a análise das opções e das consequências da escolha de cada uma delas que se colocam diante das sociedades. E tal análise é de suma importância, na medida em que cada opção provoca consequências irreversíveis. Além disso, é importante salientar que, dado o caráter evolutivo da sociedade, a opção de nada mudar é impraticável.

Silva Neto e Santos (2007) e Silva Neto (2008a) também discutem as consequências da adoção dos conceitos de desenvolvimento e de sustentabilidade discutidos nos parágrafos anteriores sobre as ações de promoção do desenvolvimento, discussão brevemente sintetizada a seguir.

Segundo a abordagem proposta por esses autores mencionados anteriormente, a promoção do desenvolvimento sustentável consiste, essencialmente, na promoção das propriedades sistêmicas responsáveis pela evolução das sociedades. Isso não significa afirmar que ações para solucionar problemas específicos do desenvolvimento sustentável não devam ser implementadas. E muito menos que cientistas e técnicos não devam participar dos debates que permitem às sociedades resolver tais problemas. Afirmer que a promoção do desenvolvimento sustentável é essencialmente a promoção da liberdade substantiva e da inteligência coletiva significa subordinar as propostas de solução de problemas específicos do desenvolvimento sustentável ao caráter evolutivo das sociedades humanas. É entender que a solução dos problemas sociais, inclusive os relacionados ao desenvolvimento sustentável, passa por um amplo processo de aprendizado da sociedade como um todo, e não pela sua organização, de forma centralizada, por alguma das suas partes (como o Estado, a comunidade científica, etc.).

A interpretação das sociedades humanas como sistemas dissipativos auto-organizados tem, portanto, profundas consequências sobre as formas de promoção do desenvolvimento sustentável. Segundo essa visão, promover o desenvolvimento sustentável não significa o estímulo de mecanismos supostamente “espontâneos” de regulação da economia, tal como o mercado, na medida em que este é apenas uma dentre várias instâncias importantes para o funcionamento da economia e, portanto, para o desenvolvimento sustentável.

Da mesma forma, uma abordagem do desenvolvimento sustentável baseada em sistemas dissipativos não implica a defesa de um papel proeminente do Estado na organização da sociedade. Isso porque, se o Estado é uma instituição cujo funcionamento é uma condição necessária para a reprodução das sociedades contemporâneas, ele não deixa de ser uma instituição interna à sociedade, estando como outras instituições sujeito aos mesmos condicionantes que regem o seu funcionamento. Em outras palavras, segundo a abordagem

dos sistemas dissipativos aqui proposta, não se pode considerar o Estado como um "deus ex-machina" capaz de organizar a sociedade a partir de um ponto de vista externo a ela. Ao contrário, o Estado também tem que ser considerado como uma dentre várias instituições importantes para a promoção do desenvolvimento sustentável.

O mesmo se aplica aos pesquisadores e técnicos que atuam no seu estudo e promoção. Evidentemente, a ciência é um poderoso instrumento de aprendizagem. E um grande esforço pedagógico, por parte dos pesquisadores e técnicos, deve ser realizado para que os resultados científicos possam estar disponíveis a um número significativo de pessoas, o que pode torná-los elementos de importância central do debate sobre o desenvolvimento sustentável. Porém, ao desempenhar o seu papel nesse debate, pesquisadores e técnicos devem considerar os demais agentes sociais como verdadeiros interlocutores, legítimos e qualificados, pois apenas assim é possível promover o desenvolvimento sustentável a partir de uma visão evolutiva da sociedade.

Assim, argumentam os autores, sociedades cientificamente informadas (porém, vale salientar, não cientificamente dirigidas) com cidadãos livres (no sentido substantivo deste termo), por meio de um processo de aprendizado que potencialize sua inteligência coletiva, teriam melhores chances de resolver satisfatoriamente os problemas relativos ao seu desenvolvimento sustentável.

2.3 Complexidade e sistemas agrários

Silva Neto (2005), ao discutir as relações entre abordagem sistêmica, complexidade e sistemas agrários, argumenta que a interpretação dos sistemas agrários como sistemas adaptativos auto-organizados pode ser sustentada a partir, por exemplo, da visão evolutiva da agricultura defendida pela abordagem de sistemas agrários, pela ênfase que essa abordagem confere à análise das interações entre os agentes locais no processo de desenvolvimento e pela importância atribuída à liberdade e à capacidade dos agricultores no desenvolvimento de seus sistemas de produção, assim como à promoção de relações sociais que possam limitar os efeitos excludentes da economia de mercado.

Santos, Oliveira e Silva Neto (2007) procuraram evidências que suportassem esses argumentos de Silva Neto (2005) por meio da elaboração de um modelo de simulação de um sistema agrário de derrubada e queimada. A partir da análise dos resultados obtidos nas simulações, os autores salientam que duas características do sistema agrário modelado foram essenciais para que ele apresentasse um comportamento característico de um sistema complexo, ou seja, bifurcações, criticalidade auto-organizada e propriedades emergentes. A

primeira delas foi a existência de uma capacidade de suporte que, ao ser ultrapassada, levou o sistema a um estado crítico. A segunda condição é que, atingido esse estado crítico, o sistema adotou uma dinâmica que o levou a aumentar a sua capacidade de suporte no curto prazo, mas que teve como consequência, a partir de um determinado momento, a ocorrência de uma diminuição brusca dessa mesma capacidade (retro-alimentação positiva). A partir dessas observações os autores realizaram uma breve discussão da evolução dos sistemas agrários, descrita por Mazoyer e Roudart (1998), procurando responder a seguinte questão: até que ponto essas duas condições podem ser observadas na dinâmica dos sistemas agrários ao longo da história da Humanidade?

Assim, Mazoyer e Roudart (1998) indicam a existência de crises recorrentes em vários sistemas agrários devido justamente as duas condições descritas anteriormente, citando como exemplo os ciclos recorrentes de crise e recuperação do sistema europeu de alqueive e pecuária que se estenderam desde o século XIV até o advento da propriedade privada. Além disso, os autores salientam que a existência de crises localizadas do próprio sistema agrário baseado em equipamentos e insumos industriais, dominante atualmente, são positivamente retroalimentadas, na medida em que a difusão tecnológica atual provoca aumentos na produção, os quais geram diminuições nos preços, o que, por sua vez, incita os agricultores a reduzir seus custos por meio de novas tecnologias (Mazoyer e Roudart, 1998).

Os autores sustentam também que outro indicativo de comportamento complexo dos sistemas agrários é fornecido pela observação do papel que as inovações técnicas exerceram sobre as transformações da agricultura ao longo da história. Isso porque é muito comum que mudanças significativas nos sistemas agrários ocorram apenas muito tempo após o aparecimento das inovações técnicas às quais tais mudanças em geral são associadas. Tal fenômeno é observado desde a origem da agricultura. Assim, Mazoyer e Roudart (1998) sublinham que as inovações técnicas que permitiram o surgimento da agricultura (ferramentas de pedra lascada e polida) já eram correntemente utilizadas milênios antes que a humanidade as empregasse especificamente para trabalhos agrícolas. O mesmo pode-se dizer dos sistemas de cultivo trienais baseados no uso do arado com rodas (aliados a charretes, estábulos e outras inovações relacionadas à pecuária) responsáveis pela Revolução Agrícola da Idade Média, os quais já eram praticados centenas de anos antes por povos celtas e germanos (Mazoyer e Roudart, 1998). Um último exemplo, também citado por esses autores, é a existência dos sistemas de rotação de culturas alimentares com forrageiras que desempenharam um papel central durante a Primeira Revolução Agrícola dos Tempos Modernos, ocorrida a partir do século XVII, mas que já eram conhecidos muito tempo antes. Essas observações evidenciam a

dificuldade de realizar uma relação direta entre o comportamento de um sistema agrário e mudanças isoladas em alguns dos seus elementos (caso típico de sistema complexo). Assim, muitas técnicas agrícolas tiveram pouco efeito sobre o sistema como um todo quando não se encontravam em um contexto social adequado. Porém, a história dos sistemas agrários mostra que, no momento em que tais condições ocorrem, os efeitos não lineares (retro-alimentações positivas) das inovações técnicas podem provocar grandes mudanças no sistema.

2.4 Complexidade e procedimentos de análise do desenvolvimento da agricultura

A “Análise-Diagnóstico de Sistemas Agrários” (ADSA) é um método de estudo da agricultura concebido para o estabelecimento de linhas estratégicas de desenvolvimento local relacionadas ao setor agropecuário. Porém, a cientificidade da ADSA ainda é motivo de controvérsia, na medida em que seus procedimentos diferem substancialmente dos propostos pelos métodos usuais de pesquisa. Tais diferenças dizem respeito, principalmente, aos princípios metodológicos que orientam os procedimentos adotados na ADSA e, também, pelo fato de não incluir análises estatísticas.

Silva Neto (2007) salienta uma grande convergência dos princípios metodológicos da ADSA com as noções de complexidade, associadas ao realismo crítico, discutidas no item 2.1. O autor sintetiza os princípios metodológicos da ADSA como:

- efetuar as análises a partir dos fenômenos mais gerais para os particulares, por meio de uma abordagem sistêmica em vários níveis;
- analisar cada nível da realidade especificamente, efetuando uma síntese dos níveis de análise mais abrangentes, antes de passar a analisar os níveis mais específicos;
- priorizar a explicação em detrimento da descrição, privilegiando o enfoque histórico;
- estar atento à heterogeneidade da realidade, evitando interpretações por demais generalizantes que dificultam a elucidação dos processos de diferenciação.

De acordo com o autor, os três primeiros princípios metodológicos enunciados acima correspondem a uma aplicação sistemática de inferências abduativas, as quais, segundo autores ligados ao realismo crítico, como descrito anteriormente, são consideradas as mais adequadas quando o sistema a ser analisado apresenta propriedades emergentes (características de sistemas complexos). Assim, em oposição ao positivismo, Bhaskar (2007) sustenta que a realidade não se constitui apenas de fatos observáveis, mas também de processos subjacentes, não observáveis, que explicam tais fatos, sendo esses processos o objeto da atividade científica por excelência. A procura sistemática de explicações aos fatos observados, de forma ordenada e metódica, procurando-se responder inicialmente as questões mais gerais para, a

partir de sínteses sucessivas, ir progressivamente especificando os problemas a serem analisados é defendido pelo autor como procedimentos adequados e plenamente justificados no âmbito do realismo crítico, sendo a epistemologia proposta por este último estreitamente relacionada à noção de complexidade.

Em relação ao quarto princípio metodológico enunciado, Silva Neto (2007) sustenta que ele reflete a consideração da especificidade das trajetórias de desenvolvimento decorrente do seu entendimento como um processo complexo e evolutivo. Isto porque, salienta o autor, a diversidade das trajetórias de desenvolvimento está relacionada aos processos de diferenciação social internos aos sistemas agrários, os quais, portanto, devem ser privilegiados na análise do desenvolvimento da agricultura.

Silva Neto (2008) procurou mostrar que a Teoria da Evidência de Dempster-Shafer permite fundamentar estatisticamente os procedimentos adotados na Análise-Diagnóstico de Sistemas Agrários. Uma breve síntese dos resultados obtidos é realizada a seguir.

O ponto de partida do raciocínio desenvolvido pelo autor são as dificuldades de realizar inferências estatísticas sobre o comportamento de sistemas complexos. A partir de uma discussão realizada por Prigogine e Stengers (1986), o autor mostra que nos sistemas complexos, caracterizados termodinamicamente como sistemas dissipativos que se mantêm longe do equilíbrio, a lei dos grandes números não é respeitada, isto é, ela é contrabalançada por outros processos. Isso porque a lei dos grandes números só é válida quando as flutuações se amortecem ao longo do tempo ou se neutralizam mutuamente e os efeitos das alterações das condições de contorno (como a temperatura e a pressão) são linearmente proporcionais à sua magnitude, o que só é observado nos sistemas em equilíbrio, ou que se encontram próximos dele. Porém, os sistemas complexos apresentam relações não lineares que provocam a amplificação de certas flutuações, as quais deixam, assim, de ser neutralizadas por flutuações no sentido contrário, provocando uma auto-organização que é específica (e muitas vezes única) do sistema, o qual passa a se afastar ainda mais do equilíbrio. É fundamentalmente sobre essa capacidade de criação de "ordem por flutuação", apresentada pelos sistemas complexos, que estão baseados os processos evolutivos apresentados pela biosfera e seus subsistemas, incluindo-se entre eles as sociedades humanas.

Os processos evolutivos, caracterizados por mudanças, inovação, diversidade e surpresas, são, portanto, tipicamente abertos, o que, de acordo com Smetz (1990), contrasta com o "mundo fechado", pressuposto pela Teoria da Probabilidade. Por essa razão, o caráter evolutivo dos sistemas complexos constitui-se em um sério obstáculo à realização de inferências estatísticas sobre o seu comportamento. A aplicação de inferências ao estudo de

sistemas complexos é ainda mais problemática quando a análise inclui as suas propriedades emergentes, isto é, propriedades que não podem ser atribuídas aos componentes do sistema tomados isoladamente, mas sim às relações que eles mantêm entre si. Por esse motivo, a consideração de propriedades emergentes como objeto de estudo de certos sistemas, especialmente os relacionados às sociedades humanas, só pode ser realizada sob condições não controladas.

Por outro lado, alguns autores, como Klir (1994), sugerem que a tolerância à incerteza, com sua diminuição sendo realizada de forma controlada e progressiva, pode ser uma estratégia interessante para lidar com a complexidade, uma vez que, ao lidarmos com um problema, a manutenção de certa incerteza pode reduzir substancialmente a complexidade computacional do procedimento, permitindo, ao mesmo tempo, que a credibilidade da solução seja melhorada. A Teoria da Evidência de Dempster-Shafer, pelas suas características, pode ser uma ferramenta importante para o desenvolvimento de procedimentos baseados nessa estratégia. A partir de três funções básicas – de alocação de massa, de credibilidade e de plausibilidade –, a Teoria da Evidência de Dempster-Shafer permite a adoção do pressuposto de "mundo aberto", isto é, em que nem todas as possíveis soluções do problema têm que ser definidas a priori, podendo surgir ao longo da sua própria análise. Tal teoria, portanto, contrasta com a Teoria da Probabilidade, em que a soma da probabilidade de todas as soluções possíveis de um problema é igual à unidade, ou seja, todas as possíveis soluções têm que ser definidas a priori hipoteticamente. Isso permite que a Teoria da Evidência de Dempster-Shafer traduza o fato de, na prática, a construção do conhecimento sempre se iniciar por um quadro relativamente grosseiro de discernimento que é, então, sucessivamente, refinado de acordo com as necessidades e as evidências disponíveis. É por essa razão que a TE pode ser considerada mais bem adaptada como base para investigações científicas em condições de campo, pois permite que se reconheça explicitamente que nossas hipóteses iniciais não abrangem todo o conhecimento possível, permitindo que o seu refinamento seja incorporado na própria lógica da obtenção do conhecimento.

Assim, após uma interpretação dos procedimentos adotados na ADSA no quadro da Teoria da Evidência de Dempster-Shafer, Silva Neto (2008) sustenta que a ADSA não apresenta qualquer contradição com os princípios que devem reger uma análise estatística rigorosa, especialmente quando se leva em conta a complexidade do desenvolvimento da agricultura, cujo estudo não pode ser realizado isolando-a do seu contexto histórico e geográfico. Nesse caso, típico de pesquisa em condições não controladas, alerta o autor, a aplicação generalizada de métodos baseados na Teoria da Probabilidade pode comprometer

seriamente o rigor científico da pesquisa, pois implicaria em uma definição “a priori” de todas as variáveis a serem analisadas e hipóteses a serem consideradas. Já a adoção de procedimentos coerentes com a Teoria da Evidência de Dempster-Shafer, ao contrário, conclui o autor, permite que a ADSA apresente uma grande eficiência, tanto do ponto de vista da sua adequação ao objeto de estudo como em relação aos recursos necessários para a sua execução.

3 Desenvolvimento rural sustentável: novas questões, desafios que perduram

Até que ponto as questões discutidas anteriormente apontam para uma diminuição da importância da questão agrária para a definição de políticas destinadas à promoção do desenvolvimento rural?

A reflexão que procuramos realizar no presente trabalho induz a uma resposta negativa a esta questão. Como procuramos demonstrar, a constatação da importância das atividades não agrícolas para o desenvolvimento rural não implica que a agricultura desempenhe um papel secundário nesse processo. Por outro lado, não significa que um crescimento da produção agropecuária implique, necessariamente, um avanço no desenvolvimento rural, mesmo que ele seja analisado de um ponto estritamente econômico. Ao contrário, os resultados de pesquisa discutidos neste trabalho indicam claramente que o tipo de agricultura predominante em uma região, especialmente no que diz respeito às suas relações de produção, é de fundamental importância para o desenvolvimento rural.

É importante salientar que os resultados discutidos no presente trabalho, como assinalado anteriormente, podem ser interpretados de forma coerente com os mostrados por certos autores⁶, especialmente os ligados ao Projeto Rurbano⁷ que detectaram a existência de uma dicotomia entre desenvolvimento agrícola e desenvolvimento rural. A aparente contradição entre os resultados das pesquisas sintetizadas neste trabalho e as apresentadas pelos autores do Projeto Rurbano, podem ser explicadas, em boa parte, pelo fato das pesquisas elaboradas no âmbito do Projeto Rurbano privilegiarem fortemente dados secundários, especialmente os obtidos na Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílio. Nesse sentido, é possível que os instrumentos analíticos utilizados em tais pesquisas não tenham permitido uma avaliação adequada das consequências das especificidades regionais da agricultura, especialmente no que diz respeito às relações de produção nela vigentes. Já nas

⁶ Coordenado inicialmente por José Graziano da Silva.

⁷ No âmbito deste projeto foi desenvolvido um grande número de pesquisas sobre este tema. Informações podem ser obtidas na página <http://www.eco.unicamp.br/pesquisa/NEA/pesquisas/rurbano/>.

pesquisas sintetizadas neste trabalho, a preocupação com a avaliação das consequências de tais especificidades esteve sempre presente, por meio da análise da agricultura em termos de sistemas agrários, privilegiando-se procedimentos que possibilitassem que as reflexões sobre o desenvolvimento rural fossem alicerçadas em observações diretas da realidade agrária.

As diferenças entre as duas abordagens residem, assim, não tanto nos resultados obtidos por cada uma, mas sim nas recomendações de políticas públicas destinadas à promoção do desenvolvimento rural decorrentes da interpretação desses resultados. Assim, enquanto os resultados sintetizados na primeira parte deste trabalho apontam que a promoção da agricultura familiar constitui-se em um elemento essencial de uma política de desenvolvimento rural, as recomendações normalmente encontradas nos trabalhos do Projeto Rurbano indicam que a promoção direta de atividades não agrícolas deveria ser prioritária. Isso ocorreria, segundo Graziano da Silva (2002), pelo fato de a modernização da agricultura brasileira permitir atualmente que os agricultores possam dedicar parte do seu tempo a ocupações rurais não agrícolas, o que indicaria o esgotamento da agricultura para o aumento do nível de emprego no campo. Implicitamente, nesse raciocínio está o fato de se considerar que a reforma agrária, assim como outras medidas de estímulo à agricultura familiar, estaria esgotada como forma de gerar empregos no meio rural.

Nesse sentido, os resultados de pesquisa sintetizados neste trabalho podem ser interpretados como um "resgate" da questão agrária. Ao salientar a importância da agricultura familiar, não apenas em relação às suas próprias capacidades produtivas, mas também pela sua estreita relação com o surgimento de atividades não agrícolas, as pesquisas sintetizadas neste trabalho reforçam a importância do papel de medidas como a reforma agrária em uma política de desenvolvimento rural.

Isso significaria que, em termos teóricos e metodológicos, essencialmente "nada tenha mudado" no campo dos estudos sobre o desenvolvimento rural e, principalmente, nas concepções das ações que visam a sua promoção? As pesquisas sintetizadas na segunda parte deste trabalho indicam claramente que não. De fato, há uma crescente percepção de que uma promoção adequada do desenvolvimento sustentável deve ser alicerçada em uma sólida reflexão sobre a complexidade do comportamento dos sistemas que compõem a biosfera terrestre, incluindo-se entre eles os ecossistemas e as sociedades humanas. Isso tem possibilitado o surgimento de interpretações mais abrangentes e sistêmicas dos processos de desenvolvimento sustentável, em detrimento de visões essencialmente disciplinares, normalmente dominadas pela economia, ainda predominantes. O desenvolvimento rural certamente deverá tomar parte, de forma crescente, dessa reflexão. Porém, os resultados

discutidos neste trabalho não indicam que tal reflexão deverá implicar uma superação da questão agrária. Ao contrário, ao refutar a possibilidade de tendências ao equilíbrio, representadas pela dinâmica do mercado, se constituírem em formas eficientes de alocação de recursos na sociedade, as noções científicas mais recentes sobre a complexidade ressaltam a importância da identificação, análise e escolha de alternativas pelo conjunto dos agentes sociais. E se o Estado pode ser um meio para que tais processos sejam realizados, a noção de complexidade discutida neste trabalho refuta a forma normalmente centralizada como são definidas as políticas públicas.

Assim, embora uma consideração mais precisa e cientificamente fundamentada das consequências da complexidade sobre o desenvolvimento rural deva provocar repercussões importantes de ordem teórica e metodológica nesse campo, os resultados discutidos neste trabalho não indicam que ela implicará em qualquer contestação da importância da questão. Nesse sentido, é importante salientar que a necessidade do Estado intervir de forma contrária às tendências ditadas pela dinâmica capitalista, como em relação à promoção de uma reforma agrária no caso do Brasil, continua a representar um dos grandes desafios colocados as sociedades contemporâneas.

4 Considerações finais

Como já salientado, os resultados de pesquisa discutidos neste trabalho indicam que o surgimento de novas questões relacionadas ao desenvolvimento rural não decorre da superação da questão agrária no Brasil e, portanto, dos desafios dela decorrentes colocados à nossa sociedade. Nesse sentido, eles contrastam com as conclusões de alguns autores. Entendemos que a principal razão dessa disparidade deve-se, sobretudo, às diferentes posturas diante do objeto de análise, cujas consequências metodológicas acabam por gerar interpretações distintas dos fenômenos observados. No caso das pesquisas sintetizadas neste trabalho, essa postura traduz-se em uma constante preocupação de elaboração teórica e metodológica que permita a análise da diversidade dos processos de desenvolvimento por meio da observação direta de situações concretas. Por trás dessa postura há a noção, amplamente corroborada pelas abordagens científicas da complexidade discutidas na segunda parte deste texto, de que, embora decorrentes de relações entre causa e efeito deterministas e inteligíveis, os processos de desenvolvimento possuem uma especificidade, no tempo e no espaço, que não pode ser negligenciada, tanto para a sua compreensão quanto para a elaboração de políticas destinadas a sua promoção.

Evidentemente, a especificidade das trajetórias locais de desenvolvimento, assim como das condições para a sua sustentabilidade, que fundamentam o privilégio acordado à sua análise por meio de observações diretas de situações concretas, não significa negligenciar os processos mais amplos por eles responsáveis. Ao contrário, o reconhecimento da importância que acordamos a tais processos é acordado pelos trabalhos discutidos na primeira parte deste texto e a própria atualidade da questão agrária que procuramos sustentar ao longo do mesmo. Entendemos, porém, que a complexidade dos processos de desenvolvimento e das condições para a promoção da sua sustentabilidade exige que as pesquisas neste campo não se atenham apenas a um determinado nível de abrangência, sendo imprescindíveis os estudos baseados em observações diretas de situações concretas. Enfim, reconhecer a complexidade dos processos responsáveis pelo desenvolvimento rural sustentável implica reconhecer a importância de um permanente diálogo com os agentes sociais, principalmente os agricultores, que os vivem cotidianamente, o que nos leva a uma concepção da atividade científica “como um diálogo com a natureza, da qual ela saberá apreciar os múltiplos encantos, e com os homens de todas as culturas, dos quais ela saberá então respeitar as questões” (Prigogine e Stengers, 1986:52).

REFERÊNCIAS

- ABRAMOVAY, R. **Paradigmas do capitalismo agrário em questão**. São Paulo: Humanismo, Ciência e Tecnologia HUCITEC, S1992.
- ARCHE, M., BHASKAR, R., COLLEIR, A., LAWSON T. e NORRIE, A. (Ed.). **Critical Realism: essential readings**. Londres, Routledge, 2004.
- BAK, P. e CHEN, K. Self-Organized Criticality, *Scientific American*, p. 46-53, 1991.
- BERGÉ, P., POMEAU, Y. e DUBOIS-GANCE, M. **Dos Ritmos ao Caos**. São Paulo: UNESP, 1996.
- BHASKAR, R. **A Realist Theory of Science**. Londres, Verso, 2007.
- BASSO, D.; SILVA NETO, B. Controvérsias sobre profissionalização e desenvolvimento na agricultura: o caso da produção de leite no Rio Grande do Sul. **Indicadores Econômicos FEE**, v. 26, n. 4, p. 232-246, 1999.
- CALLEGARO, S. S.; SILVA NETO, B. Agricultura, Demanda Agregada e Desenvolvimento em Municípios Rurais. **Desenvolvimento em Questão**, v. 3, p. 71-93, 2004.
- CHIBENI, S. S. A inferência abdutiva e o realismo científico. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, série 3, 6 (1):45-73, 1996.

DEATON, A.; MUELLBAUER, J. An almost ideal demand system. **The American Economic Review**, vol. 70, Nº 3, p. 312-326, 1980.

GRAZIANO DA SILVA, J. **A modernização dolorosa: estrutura agrária, fronteira agrícola e trabalhadores rurais no Brasil**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1982.

_____. Políticas não agrícolas para o novo rural brasileiro. In: Ornas. **Ocupações Rurais Não agrícolas: oficina de atualização temática**. Londrina, IAPAR, 2000.

_____. **O novo rural brasileiro**. Campinas: Instituto de Economia da Unicamp, 2002.

GUNDERSON, L.H.; HOLLING, C.S. (Ed.). **Panarchy. Understanding transformations in human and natural systems**. London: Island Press, 2002.

HOLLING, C.S. Theories for Sustainable Futures. **Conservation Ecology** 4(2):7, 2000
Disponível em: <<http://www.consecol.org/vol4/iss2/art7/>>. Acesso em: 24 fev. 2007.

LAWSON, T. **Economics and Reality**. Londres, Routledge, 1997.

KIEL, D. L.; ELLIOT, E. (Ed.) **Chaos theory in the social sciences: foundations and applications**. Michigan, University of Michigan Press, 1997.

MATURANA, H.; VARELA, F. **De máquinas e seres vivos. Autopoiese, a Organização do Vivo**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **Histoire des agricultures du monde: du néolithique à la crise contemporaine**. Paris: Seuil, 1998.

NICOLIS, G. e PRIGOGINE, I., **Exploring Complexity. An introduction**. Nova York, Freeman and Company, 1989.

PRIGOGINE, I. e STENGERS, I., **La nouvelle alliance. Métamorphose de la science**. Paris: Gallimard, 1986.

PRIGOGINE, I. **Les lois du chaos**. Paris: Flammarion, 1994.

PROOPS, J. L. R. et al. Achieving a sustainable world. **Ecological Economics**, 17, p. 133-135, 1996.

SEN, A. **Desenvolvimento como liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

SAPOVAL, B. **Universalités et fractales. Jeux d'enfants ou délits d'initié?** Paris, Flammarion, 1997.

SANTOS, P. E. dos; OLIVEIRA, A. de; SILVA NETO, B. Sistemas Agrários, Sistemas Complexos. **Anais do III Congresso Brasileiro de Sistemas: Prática Sistêmica em Situações de Complexidade**, 2007.

SILVA NETO, B. **Les potentialités de l'agriculture familiale dans une région de grands domaines d'élevage extensif. Contribution à la réflexion sur la réforme agraire dans**

l'Etat du Rio Grand do Sul (Brésil). Tese apresentada ao Institut National Agronomique Paris-Grignon (atual AgroParisTech) para a obtenção do título de doutor, Paris, 1994 (documento não publicado).

SILVA NETO, B. Complexidade e Desenvolvimento. **Desenvolvimento em Questão**, N. 4, p. 9-32, 2004.

_____. Abordagem sistêmica, complexidade e sistemas agrários. In: MOTA, Dalva Maria da; SCHMITZ, Heribert; VASCONCELOS, Helenira Ellery M. (Org.). **Agricultura familiar e abordagem sistêmica**. Aracaju: Sociedade Brasileira de Sistemas de Produção, p. 81-103, 2005.

_____. Análise-Diagnóstico de Sistemas Agrários: uma interpretação baseada na Teoria da Complexidade e no Realismo Crítico. **Desenvolvimento em Questão**, v. 5, p. 33-58, 2007.

_____. Desenvolvimento sustentável: uma abordagem baseada no conceito de sistemas dissipativos. **Ambiente e Sociedade**, v. XI, p. 15-31, 2008a.

_____. Fundamentos Estatísticos da Análise-Diagnóstico de Sistemas Agrários: uma interpretação baseada na Teoria da Evidência de Dempster-Shafer. **Desenvolvimento em Questão**, v. 6, p. 121-148, 2008.

_____; SANTOS, P. E. dos; Desenvolvimento sustentável: uma abordagem baseada no conceito de estrutura dissipativa. **Eisforia** (UFSC), v. 5, p. 199-215, 2007.

_____; BASSO, D. (Org.). **Sistemas Agrários do Rio Grande do Sul: análise e recomendações de políticas**. Ijuí/RS: Editora UNIJUÍ, 2005.

_____; _____. A produção de leite como estratégia de desenvolvimento para o Rio Grande do Sul. **Desenvolvimento em Questão**, v. 5, p. 53-72, 2005.

_____; _____. LIMA, A. J. P. de Recomendações de políticas gerais e de políticas regionais. In: SILVA NETO, Benedito; BASSO, David; (Org.). **Sistemas Agrários do Rio Grande do Sul: análise e recomendações de políticas**. Ijuí/RS: UNIJUÍ, p. 279-292, 2005.

_____; CALLEGARO, S. S. Agricultura e desenvolvimento de atividades não agrícolas em municípios rurais: uma análise da dinâmica macroeconômica de Coronel Barros. **Indicadores Econômicos FEE**, v. 32, n. 3, p. 177-200, 2004.

_____; CERETTA, M. C. M. Análise do risco na elaboração de propostas de sistemas de produção para pequenos agricultores. **Agrociência**, vol. 6, n. 2, p. 167-170, maio-ago 2000.

_____; FIGUEIREDO, J. W. Agricultura, população e dinâmica macroeconômica de municípios rurais: um estudo em Lagoa dos Três Cantos (RS). **Revista de Economia e Sociologia Rural** (Impresso), v. 47, p. 857-882, 2009.

_____; OLIVEIRA, A. de. Agricultura familiar, desenvolvimento rural e formação dos municípios do Estado do Rio Grande do Sul. **Estudos Sociedade e Agricultura** (UFRJ), v. 16, p. 83-108, 2008.

_____; _____. **Modelagem e Planejamento de Sistemas de Produção: Manual de aplicação da programação matemática.** Ijuí: UNIJUÍ, 2009.

_____; RETZLAFF, E. Otimização sob incerteza de sistema de produção: Interação lavoura-pecuária, com ênfase em bovinocultura de leite. **Ciência Rural**, vol. 34, n. 4, p. 1207-1212, jul-ago 2004.

_____; FRANTZ, T. R. A Dinâmica da Agricultura e o Desenvolvimento Rural no Rio Grande do Sul. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Vol. 41, No. 3, Brasília, Jul.-Set. 2003, p. 253-272.

SZUBA, T.; **Computational Collective Intelligence.** New York, Wiley, 2001.

SUROWIECKI, J. **The Wisdom of Crowds: Why the Many Are Smarter Than the Few and How Collective Wisdom Shapes Business, Economies, Societies and Nations.** New York: Doubleday/Random House Inc., 2004.

VEIGA, J. E. da et al. **O Brasil Rural Precisa de uma Estratégia de Desenvolvimento.** Brasília, Convênio **Fipe-IICA** (MDA-CNDRS/NEAD), 2001 (documento disponível na Internet no endereço: www.nead.com.br/, acessado em 11 de junho de 2003).

_____. **O Desenvolvimento Agrícola: Uma Visão Histórica.** São Paulo: Edusp, 2007.

VOINOV, A.; FARLEY, J. “Reconciling sustainability, systems theory and discounting.” **Ecological Economy**, 2006 (artigo no prelo). Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/ecolec>>. Acesso em: 24 fev. 2007.