

Pontos críticos de agroecossistemas melíponas no Semiárido norte-rio-grandense do Brasil

Critical points of melipona agroecosystems in the norte-rio-grandense Semiarid of Brazil

*Carlos Antonio Lira Felipe Neto*¹

*Xaila Sant Anna Amaral*²

*Rodolfo Jaffé*³

*Francisco de Assis Salviano de Sousa*⁴

*Gesinaldo Ataíde Cândido*⁵

Resumo

Embora a criação de abelhas sem ferrão (meliponicultura) no Semiárido brasileiro tenha se apresentado como uma ferramenta aliada do desenvolvimento sustentável, a avaliação da sustentabilidade dessa atividade nesse espaço geográfico ainda precisa ser realizada como contribuições para torná-la uma prática mais atrativa e promissora. Diante dessa questão, o objetivo deste artigo é identificar pontos críticos de agroecossistemas melíponas no Semiárido norte-rio-grandense do Brasil. Para isso, aplicaram-se os dois primeiros passos da ferramenta *Marco para a Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade* (MESMIS) em 15 unidades de análise. Os dados foram coletados entre junho e setembro de 2014 e sistematizados a partir de fontes bibliográficas, aplicação de entrevistas semiestruturadas com os meliponicultores, mensuração do uso e ocupação do solo de cada agroecossistema e observação direta dos pesquisadores. Os resultados evidenciam sete pontos críticos (vegetação, água, clima, organização, capacitação, diversidade e manejo). Com isso, este estudo revela aspectos positivos e negativos da criação de abelhas sem ferrão, sendo um dos pioneiros retratos na busca pela avaliação da sustentabilidade da meliponicultura no Semiárido brasileiro.

Palavras-chave: Abelhas sem Ferrão. Meliponicultura. Sustentabilidade. MESMIS. Pontos Críticos..

¹ Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, Brasil.

calfneto@hotmail.com

² Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.

xailinha@hotmail.com

³ Instituto Tecnológico Vale, Belém, Pará, Brasil. rodolfo.jaffe@itv.org

⁴ Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, Brasil.

francisco.salviano@ufcg.edu.br

⁵ Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, Brasil.

gacandido@uol.com.br

Artigo recebido em: 23/12/2016. Aceito para publicação em: 23/05/2018.

Abstract

Although the creation of stingless bees in the Brazilian Semi-arid has presented like a sustainable activity for development this region, its evaluation of sustainability in this geographical area still needs of best contributions to make it a practice more and more attractive and promising. Based on above writing, the objective of this article is to identify critical points of meliponas agroecosystems in the Semi-arid of Rio Grande do Norte state of Brazil. To achieve this goal, was applied the first two steps of tool Marco for the Evaluation of Natural Resource Management Systems Incorporating Sustainability Indicators (MESMIS) in 15 analysis units. The data were collected between June and September of 2014 and systematized from literature sources, application of semi-structured interviews with beekeepers, measurement of land use and occupation of each agroecosystem and direct observation of the researchers. The results show seven critical points (vegetation, water, climate, diversity, management, organization and training). With this support, this study reveals positive and negative aspects of the creation of stingless bees, being one of the portraits pioneers in the quest for sustainability assessment of beekeeping in Brazilian Semi-arid.

Keywords: Stingless Bees. Meliponiculture. Sustainability. MESMIS. Critical Points.

Introdução

O bioma Caatinga abriga diversas espécies de abelhas (ZANELLA; MARTINS, 2003), sendo destaque as abelhas sem ferrão (ASF), consideradas polinizadores potenciais (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2012). Contudo, essa região semiárida já perdeu aproximadamente 47% da sua composição vegetal natural (BRASIL, 2010) em virtude, principalmente, da atividade antrópica. Em consequência dessa realidade, populações de abelhas nativas têm sido afetadas pela limitação de recursos alimentos e locais para sua nidificação (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2005).

No caso específico do semiárido, o agravamento das alterações climáticas, em conjunto com indicadores sociais, aponta um problema presente e futuro, tornando-o uma das regiões mais vulneráveis do Brasil (TORRES et al., 2012). Tal situação tem sido agudizada em razão da utilização desenfreada da lenha pelas atividades agroindustriais, o que tem gerado implicações locais como o desmatamento e a perda de biodiversidade.

Pensando na conservação da Caatinga, a criação de abelhas sem ferrão (meliponicultura) tem desempenhado a importante tarefa de polinização de espécies vegetais, possibilitando a diversidade natural e agrícola (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2012). Nesse cenário, pesquisadores como Jaffé et al. (2015) têm proposto transformar a meliponicultura numa ferramenta de desenvolvimento sustentável. Assim, o aperfeiçoamento dessa atividade tem surgido como uma possibilidade para solucionar a problemática socioambiental aqui apresentada.

A noção de sustentabilidade precisa ser discutida nesse contexto, permitindo uma reflexão maior sobre as dimensões ambiental, social e econômica. É nessa conjuntura que a agricultura sustentável necessita ser compreendida e avaliada. Sublinha-se, porém, que não há um procedimento universal para avaliar a sustentabilidade de sistemas agrícolas, pois cada sistema possui suas próprias peculiaridades. Dentre os métodos disponíveis, o *Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad* (MESMIS) tem sido evidenciado pela sua interdisciplinaridade e incipiência aplicação no Brasil.

Embora pesquisas orientadas tenham caracterizado a meliponicultura como uma atividade sustentável, necessita-se ainda investigar até que ponto essa criação tem se comportado de maneira sustentável no Semiárido brasileiro. Nesse sentido, o objetivo deste artigo é identificar pontos críticos que contribuem ou afetam a sustentabilidade de agroecossistemas melíponas (locais de criação de abelhas sem ferrão, onde se verifica a interação entre pessoas, abelhas e ambiente no Semiárido norteario-grandense. Esta pesquisa torna-se relevante pela necessidade de conhecer as particularidades e potencialidades da meliponicultura na Caatinga, a fim de contribuir com o manejo de abelhas sem ferrão (ASF) mais sustentável.

Após esta parte introdutória, apresenta-se o referencial teórico com a discussão de temas norteadores desta investigação. A terceira seção abarca

os procedimentos metodológicos. Por sua vez, a quarta seção descreve a análise e o desfecho dos resultados. Na sequência, as considerações finais e os agradecimentos são revelados. Por último, as referências utilizadas no embasamento científico deste artigo são listadas.

Referencial Teórico

Desenvolvimento sustentável e indicadores de sustentabilidade

O conceito de desenvolvimento sustentável que mais ganhou notoriedade no cenário internacional foi o proposto pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (1991, p. 44) como sendo: “aquele que satisfaz as necessidades do presente, sem comprometer a capacidade de as gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades”. Na concepção de Smith (2012) esse termo precisa ser compreendido de maneira integrada, buscando a melhoria do bem-estar e a garantia da segurança alimentar, sem danos ao meio ambiente e/ou aumento do uso de recursos.

Embora discussões sobre a noção de sustentabilidade tenham ganhado destaque na atualidade, sua compreensão e seu alcance continuam em processo de construção. Na verdade, essa terminologia tem coberto uma escala complexa de ideias e significados devido à sua utilização pelos diversos segmentos da sociedade (LEMOS; BARROS, 2007).

Contudo, a avaliação da sustentabilidade tem sido requisitada frente à utilização desenfreada dos sistemas naturais. Em razão disso, vários instrumentos metodológicos têm sido desenvolvidos e aplicados em contextos geográficos diversos (CÂNDIDO; SILVA, 2015), cujo conhecimento acerca de suas características teóricas e práticas continua em processo de aperfeiçoamento. Nesse contexto, evidencia-se a agricultura pelos seus constantes questionamentos quanto aos seus níveis de sustentabilidade.

A agricultura e sua interface com a sustentabilidade

A agricultura tem se caracterizado como uma das atividades mais importantes em virtude de sua sofisticação para a produção de alimentos. Ehlers (1994) esclarece que diversos avanços científicos (fertilizantes químicos, melhoramento genético de sementes, mecanização e pesticidas) formam a base de um modelo produtivo, denominado de agricultura “convencional”. Este modelo teve maior amplitude na década de 1970, culminando na Revolução Verde, a qual viabilizou o apogeu dos sistemas de monoculturas (EHLERS, 1994). Tal desenvolvimento agrícola pode ser justificado por vários fatores, como a crise no mercado de grãos alimentícios, o aumento do crescimento demográfico e a previsão, em curto prazo, de uma provável catástrofe alimentar (ALMEIDA, 2009).

Por um lado, o incremento tecnológico na agropecuária tem revelado significativos ganhos de produtividade, por outro, têm demonstrado inúmeras consequências deletérias. No plano econômico, foram observados o encarecimento da utilização de insumos, a elevação expressiva de rendimentos ou de produtividade de alguns cultivos e a queda dos preços recebida pelos agricultores (ALMEIDA, 2009). Sob o viés social, Altieri (2004) destaca que em muitas regiões do mundo, a modernização da agricultura ocorreu sem a devida distribuição de terra.

Essa realidade tem requisitado soluções através da interface entre agricultura e sustentabilidade. Assim, a agricultura apresenta-se como um sistema, no qual as práticas agrícolas devem se preocupar, principalmente, com a estabilidade e sustentabilidade ambientais (ALTIERI, 2004). Este autor ainda esclarece que os princípios básicos de um sistema sustentável compreendem a conservação dos recursos renováveis, a adaptação dos cultivos ao ambiente e a manutenção de um nível moderado, porém sustentável, de produtividade. Nesse percurso, muitos sistemas de indicadores de sustentabilidade têm sido desenvolvidos para a agricultura.

Sistemas de indicadores de sustentabilidade na agricultura

Os indicadores de sustentabilidade com ênfase na agricultura tiveram maior amplitude e visibilidade a partir da década de 1990 (SANCHEZ; MATOS, 2012). Diante disso, conhecer as características inerentes de cada ferramenta metodológica tem se tornado imprescindível para que sua aplicação desponte resultados satisfatórios e realistas.

Algumas ferramentas em uso na contemporaneidade foram apontadas por um estudo de referência acerca da sustentabilidade do setor agrário (COSTA, 2010). Neste estudo, a autora reuniu 13 sistemas de avaliação em nível mundial, dentre os quais podem ser destacados: *Framework for the Evaluation of Sustainable Land Management (FESLM)* e *Marco para la evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales mediante indicadores de sustentabilidad (MESMIS)*, método-chave do estudo em tela.

Costa (2010) reuniu as seguintes conclusões do seu estudo: surgimento de diversas alternativas metodológicas; entrosamento do processo avaliativo com os aspectos ambientais; vulnerabilidade da medição dos indicadores; subjetividade da avaliação; carência da abordagem sistêmica; e ausência de interação entre várias alternativas metodológicas.

Destaca-se que os pontos apresentados por Costa (2010) também foram revelados anteriormente por Marzall (1999). Isso demonstra que os principais entendimentos acerca das ferramentas metodológicas de avaliação da sustentabilidade persistiram mesmo com o passar do tempo. Sendo assim, os pesquisadores da área necessitam adaptar e/ou conciliar essas metodologias a fim de corrigir as falhas e retratar o mais próximo possível o nível de sustentabilidade da realidade estudada. O método utilizado neste estudo é esclarecido adiante.

O método MESMIS e suas aplicações

O MESMIS foi adotado como parte da Rede de Gestão de Recursos Naturais. Trata-se de um projeto iniciado em 1995, financiado pela Fundação Rockefeller, sob a coordenação do Grupo Interdisciplinar de Tecnologia Rural Apropriada (GIRA), situado no México Ocidental.

Essa ferramenta metodológica tem sido utilizada para avaliar os sistemas de manejo de recursos naturais com ênfase nos pequenos agricultores (MASERA; ASTIER; LÓPEZ-RIDAURA, 1999). Esse método tem se destacado, principalmente, por apresentar vantagens, como: oferecer um marco analítico e uma comparação de sistemas de manejos alternativos; selecionar um conjunto de indicadores para o monitoramento de um sistema de manejo; e conduzir tomadas de decisões (ASTIER; MASERA; GALVÁN-MIYOSHI, 2008).

O MESMIS avalia a sustentabilidade com base em uma reflexão crítica acerca das potencialidades e fragilidades dos sistemas naturais, o que permite a avaliação multidimensional, contemplando as dimensões social, ambiental e econômica. Essas dimensões são também denominadas de áreas de avaliação pelos autores da proposta metodológica.

Para Masera, Astier e López-Ridaura (1999) a avaliação pode ser realizada através da comparação de dois sistemas ou mais (transversal); ou por meio de períodos temporais distintos de uma mesma área estudada (longitudinal). Ressalta-se, ainda, que esse método requer uma equipe interdisciplinar, valorizando a participação dos atores envolvidos. Além do mais, essa ferramenta apresenta uma estrutura flexível, que possibilita adaptações de acordo com as necessidades de cada sistema analisado.

O método chave para esta investigação dispõe de mecanismos participativos e interdisciplinares, contemplando sete atributos de sustentabilidade, que são: produtividade, resiliência, estabilidade, adaptabilidade, confiabilidade, equidade e autodependência (MASERA; ASTIER; LÓPEZ-RIDAURA, 1999).

O MESMIS tem reconhecimento internacional, com aplicações nos continentes Americano e Europeu. No Brasil, os trabalhos desenvolvidos ainda são incipientes, com destaque as experiências de Matos Filho (2004) em Santa Catarina e de Verona (2008) no Rio Grande do Sul. Foram verificadas também aplicações desse método na região Semiárida brasileira, com destaque para o Rio Grande do Norte (FELIPE NETO; SILVA, 2011; SILVA; CÂNDIDO, 2014; FORMIGA JÚNIOR; CÂNDIDO; AMARAL, 2014). No estudo em tela, declaram-se os pontos críticos da criação de ASF.

Abelhas sem ferrão: contextualizando a meliponicultura

Os meliponíneos, conhecidos como abelhas sem ferrão (*Apidae: Meliponini*) ou abelhas nativas, ou ainda abelhas indígenas, formam um grupo diverso de abelhas sociais, amplamente distribuídas em regiões tropicais e subtropicais (SILVEIRA; MELO; ALMEIDA, 2002). No bioma Caatinga, Zanella e Martins (2003) encontraram 187 espécies de abelhas, pertencentes a 77 gêneros, reunindo dados de revisões taxonômicas, trabalhos isolados com descrições de espécies e de polinização de plantas.

Muitas espécies de ASF podem ser criadas racionalmente em caixas (CORTOPASSI-LAURINO et al., 2006), constituindo a meliponicultura, palavra grafada pela primeira vez por Nogueira-Neto (1953). Dessa atividade podem ser aproveitados: mel (principal produto explorado de maneira comercial), pólen, cerume, própolis (geoprópolis) (NOGUEIRA-NETO, 1997) e à venda de colônias (VILLAS-BÔAS, 2012). Entretanto, a polinização representa o maior valor das abelhas (INOUYE, 2007).

As ASF quando representadas como polinizadores generalistas, ajudam a manter a biodiversidade de plantas nos ecossistemas naturais (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2012). Quando tidas como espécies comerciais, criadas racionalmente, são relevantes para a produção de mel e para a melhoria da produção agrícola através dos serviços de polinização que proporcionam (CORTOPASSI-LAURINO et al., 2006).

No Brasil, a meliponicultura tem se expandido, especialmente, nos últimos 20 anos, profundamente arraigada na cultura local (NOGUEIRA-NETO, 1997; BRUENING, 2006). Em localidades rurais essa atividade pode contribuir para a agricultura familiar, constituindo uma fonte adicional de renda (MAGALHÃES; VENTURIERI, 2010) com promissora potencialidade econômica na atualidade (VENTURIERI et al., 2012).

O desempenho satisfatório da meliponicultura tem exigido compromissos conjuntos, tais como: adequação de modelos de caixas padronizadas; ampliação do conhecimento da biologia, comportamento, e distribuição das espécies; aperfeiçoamento acerca do desenvolvimento, adaptação e implementação de técnicas de manejo alimentar, de instalação e de controle de inimigos naturais; e ampliação de estudos voltados para a produção, caracterização, uso, beneficiamento e conservação dos produtos da colônia (CARVALHO et al., 2012; JAFFÉ et al., 2015).

No Rio Grande do Norte, três importantes estudos sobre a meliponicultura podem ser destacados. O primeiro revela impressões iniciais acerca da criação racional de uma espécie de abelha nativa (BRUENING, 2006). O segundo apresenta um levantamento das espécies de ASF criadas durante 2004 e 2005 (PEREIRA et al., 2011). E o último traz um diagnóstico robusto da meliponicultura estadual (MAIA et al., 2015).

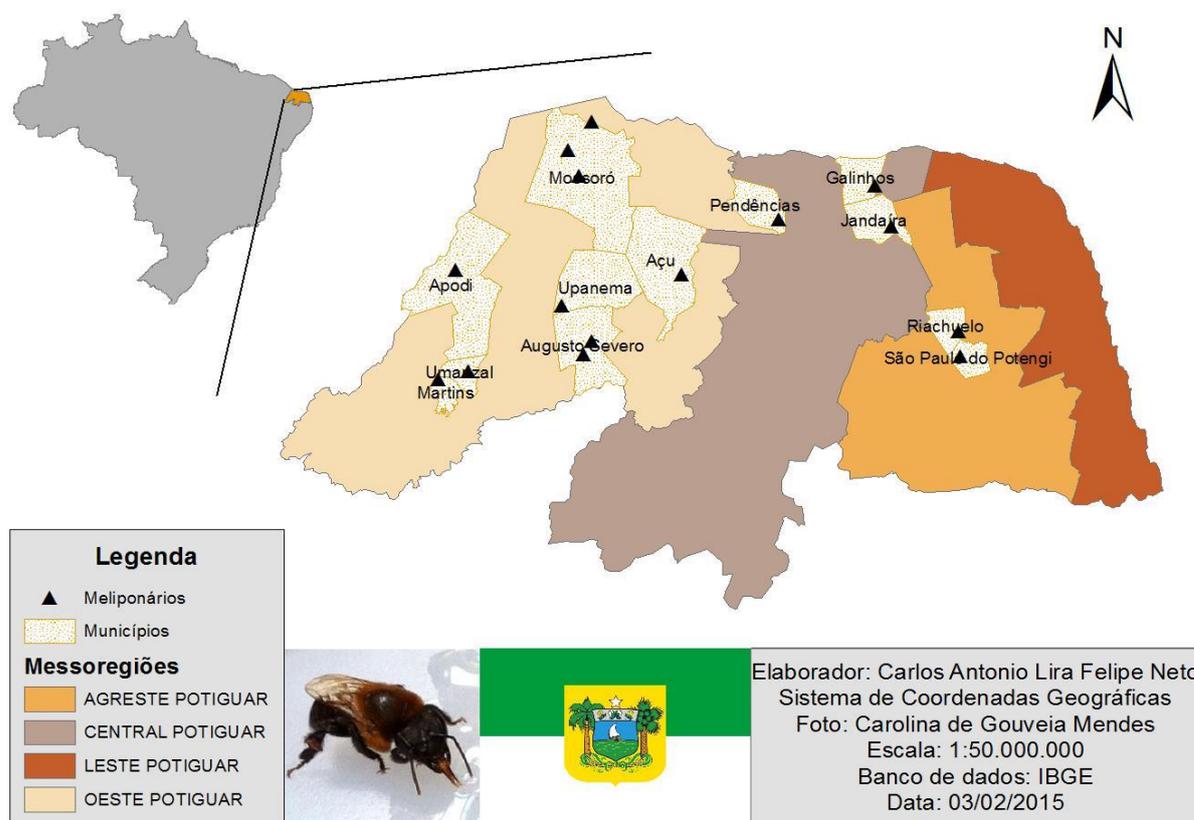
Até o momento se pôde acompanhar o caminho teórico percorrido para o desenvolvimento deste artigo. Foram abordados temas como o desenvolvimento sustentável, os indicadores de sustentabilidade, a interface entre agricultura e sustentabilidade e a contextualização da meliponicultura. Esse levantamento fornece um suporte científico pertinente para a elucidação das potencialidades e fragilidades das ASF.

Procedimentos Metodológicos

Área de estudo

Este estudo foi desenvolvido entre junho e setembro de 2014 na região Semiárida norte-rio-grandense do Brasil, onde foram selecionados 15 agroecossistemas melíponas (Figura 01). Tal seleção foi direcionada com base em dois critérios: número mínimo de 20 colônias de ASF por agroecossistema melípona e distância mínima de 6.000 metros entre o centro de cada um deles.

Figura 1 - Mapa de localização dos agroecossistemas melíponas estudados.

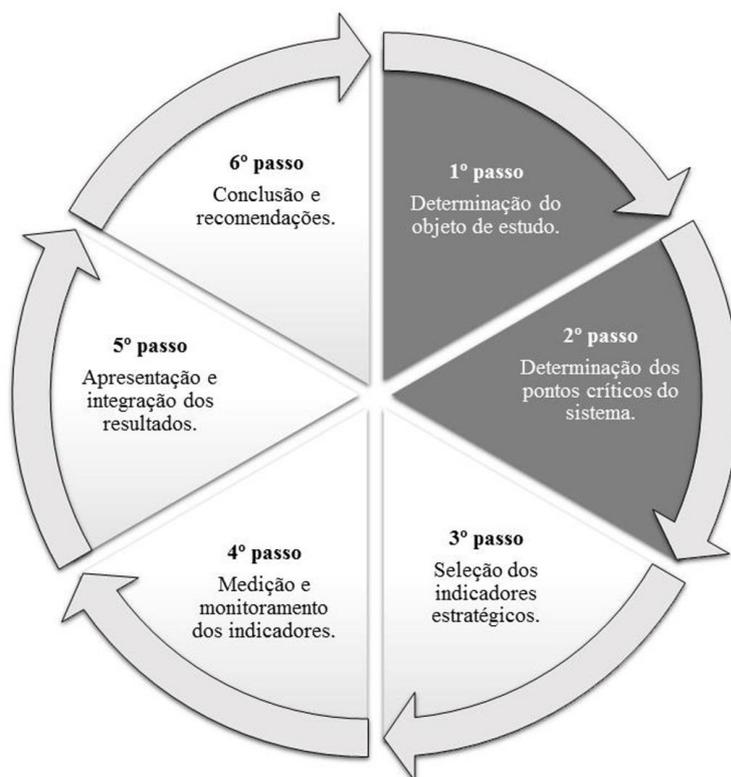


Org.: dos Autores, 2016.

Ferramenta de análise

A ferramenta de análise utilizada para identificar os pontos críticos dos agroecossistemas melíponas foi o MESMIS. Essa proposta metodológica é composta por um ciclo avaliativo com seis passos (MASERA; ASTIER; LÓPES-RIDAURA, 1999). Buscando esclarecer o caminho percorrido até o momento, apresenta-se na Figura 02 o que determina cada passo.

Figura 2 - Ciclo avaliativo do MESMIS.



Fonte: Adaptado de Masera, Astier e López-Ridaura, 1999.

Primeira etapa: caracterização dos agroecossistemas melíponas

A caracterização dos agroecossistemas melíponas foi realizada em dois momentos: levantamento de informações (dados primários e secundários) e mapeamento e mensuração da paisagem. No primeiro

momento, os dados primários foram obtidos a partir de entrevistas com um grupo de meliponicultores da região pesquisada, seguindo um roteiro predefinido. Os dados secundários foram coletados com o levantamento bibliográfico, o qual permitiu maior consistência às características edafoclimáticas dos agroecossistemas melíponas investigados.

No segundo momento, foram utilizados suportes computacionais. De outro modo, o ponto de referência geográfica de cada agroecossistema melípona foi plotado sobre a ferramenta “*world imagery*” do programa ArcGIS 10.3. Isso permitiu o conhecimento espacial da área e a definição de seis classes de uso e ocupação do solo (mata primária, mata secundária, cultura arborizada, uso diverso do solo, espelho d’água e área urbanizada). As imagens utilizadas foram datadas de 2014. Para o mapeamento foram criados *shapefiles* do tipo polígono, obedecendo a escala 1:10.000.

A mensuração da paisagem foi calculada pelo programa *Fragstats 4* (MCGARIGAL; CUSHMAN; ENE, 2012) a partir dos dados extraídos do programa ArcGIS 10.3. Nesse cálculo foi considerado o percentual de cada classe da paisagem no raio de 3.000 metros ao redor do centro de cada agroecossistema melípona. Tal distância foi adotada com base na distância de voo da abelha *Melipona subnitida* (BRUENING, 2006), espécie mais criada no Rio Grande do Norte (MAIA et al., 2015).

Segunda etapa: determinação dos pontos críticos

Foram contempladas na identificação dos pontos críticos as dimensões social, ambiental e econômica. Utilizou-se, especialmente, a observação não participante, da qual se explorou a percepção da equipe de pesquisa, bem como as características do contexto vivenciado pelos meliponicultores e de suas práticas de manejo. Pontua-se, ainda, que a observação direta dos pesquisadores permitiu o confronto entre dados primários e secundários, possibilitando uma maior robustez na compreensão dos aspectos fortalecedores e limitantes dos agroecossistemas analisados.

Apresentação e Análise dos Resultados

Primeiro passo: caracterização dos agroecossistemas melíponas

Foram avaliados 15 agroecossistemas melíponas, sendo 11 da zona rural e 4 da zona urbana do Rio Grande do Norte. Esse desnível entre o número de sistemas da zona urbana e rural se deu porque alguns sistemas situados na área urbana não foram considerados, visto que a proximidade entre um agroecossistema melípona e outro inviabilizou a escolha.

Foi verificado que os meliponicultores têm perfis profissionais diversos (agricultor, vigilante, professor, segurança, marceneiro, além de outros). Muitos deles se dedicam a atividade por influência cultural ou pelo simples gosto pela criação de ASF. A maioria visa a produção de mel, enquanto que poucos realizam multiplicações de colônias de ASF para a venda. Em relação à polinização de cultivos agrícolas, que é justamente o maior serviço ecossistêmico ofertado pelas abelhas, foi constatado que nenhum criador tinha esse objetivo.

No quesito práticas de manejo da criação de ASF, verificou-se que alguns seguiam instruções antigas e não adequadas. Outro ponto observado foi o período de prática da meliponicultura, revelando que mais da metade dos meliponicultores já tinham mais de 20 anos de experiência.

Os dados da paisagem permitiram a mensuração do uso e ocupação do solo de cada agroecossistema estudado (Tabela 01), compondo parte da interação entre meliponicultores, abelhas e ambiente. Com base nesses resultados, pode-se destacar que apenas seis sistemas apresentaram mais de 50% de vegetação primária. Essa informação permite prognosticar que as áreas próximas aos meliponários (local onde as colônias de abelhas sem ferrão são criadas de forma racional) estão tendo outras finalidades, podendo limitar o desenvolvimento da atividade em um futuro próximo.

Tabela 1. Uso e ocupação do solo referente ao ano de 2014 dos agroecossistemas melíponas avaliados.

ID*	Município	Zona Geográfica	Uso e ocupação do solo (%)					
			MP*	MS*	CA*	US*	EA*	AU*
1	Martins	Rural	82	3	0	15	0	0
2	Umarizal	Urbana	34	11	1	43	2	9
3	Apodi	Rural	43	21	0	36	0	0
4	Pendência	Rural	52	10	0	33	4	1
5	Upanema	Rural	23	2	50	24	0	1
6	Riachuelo	Rural	67	10	0	19	1	3
7	São Paulo do Potengi	Rural	27	9	7	49	6	2
8	Mossoró	Rural	42	10	28	19	0	1
9	Campo Grande**	Urbana	37	30	0	24	5	4
10	Campo Grande**	Rural	56	27	0	11	5	1
11	Açu	Urbana	50	13	2	19	0	16
12	Jandaíra	Rural	46	18	1	34	0	1
13	Galinhos	Rural	90	4	1	4	1	0
14	Mossoró	Rural	55	9	0	32	3	1
15	Mossoró	Urbana	15	8	0	15	0	62

*Descrições das siglas: ID = Identificação dos agroecossistemas melíponas; MP = Mata primária; MS = Mata secundária; CA = Cultura arborizada; US = Uso diverso do solo; EA = Espelho d'água; e AU = Área urbanizada. **O município de Campo Grande antes era chamado de Augusto Severo.

Org.: dos Autores, 2016.

Como o recorte geográfico deste estudo está inserido em região de Caatinga, dedicou-se parte dessa caracterização aos seus aspectos edafoclimáticos. Sendo assim, esse bioma ocupa praticamente toda a região Semiárida do Brasil (NUNES, 2006), sendo caracterizado pelo clima semiárido e por duas estações distintas: a estação chuvosa, que perdura de 3 a 5 meses, e a estação seca, que tem duração de 7 a 9 meses (MAIA, 2004).

Em função da sua fisiografia e dos seus aspectos climáticos, as espécies vegetais variam em porte, densidade e composição (NUNES, 2006). Mais de 1700 espécies foram relatadas em estudos florístico e fitossociológico baseados no domínio fitogeográfico de Caatinga (MORO et al., 2014). Nesse contexto, observa-se que há espécies em floração na época seca, o que pode assegurar a alimentação contínua de abelhas (MAIA-SILVA et al., 2012).

Segundo passo: determinação dos pontos críticos

Nesta seção, sete pontos críticos são apresentados para os agroecossistemas estudados. Cada ponto crítico encontra-se relacionado com uma dimensão da sustentabilidade (social, ambiental e econômica). Na dimensão ambiental, a vegetação, o clima e a água foram identificados como componentes essenciais para garantir a sobrevivência das abelhas especialmente na estação seca. Em relação à dimensão social, foram identificados a organização e a capacitação como suportes fundamentais para o desenvolvimento da meliponicultura. Por último, foram evidenciados a diversidade e o manejo como complementos do processo produtivo melípona, garantindo a sua perpetuação ao longo dos anos. A seguir, cada ponto crítico é justificado numa perspectiva contextualizada.

Vegetação

Considerando o contexto teórico e empírico, elencou-se como ponto crítico a vegetação, justamente porque é dela que as abelhas retiram o sustento e constroem os seus ninhos. Sabe-se que a relação entre abelhas e plantas é indispensável, porém a realidade encontrada nos agroecossistemas melíponas tem contribuído para a limitação do seu desenvolvimento. Isso acontece, principalmente, em virtude da fragmentação da caatinga, que pode ocasionar sérias complicações para os polinizadores (VIANA et al., 2012).

O desmatamento foi intensamente apontado pelos meliponicultores como inibidor da criação de ASF. Para Winfree, Bartomeus e Cariveau (2011) o estresse nutricional devido à perda de habitat tem desempenhado um importante papel no desaparecimento de colônias de abelhas. Ou seja, quando os recursos de néctar e pólen se tornam escassos, as abelhas são desafiadas a voarem maiores distâncias na busca por alimentos. Desse modo, a indisponibilidade de recursos alimentares reduz a chance das abelhas retornarem com sucesso para suas colônias (NAUG, 2009).

Água

Outro ponto crítico levantado foi a água, especialmente pela irregularidade pluviométrica da região. Esse recurso natural é fundamental para as abelhas, pois há registro de que sua coleta tem influência da temperatura do ar local. Este fato pode ser demonstrado mediante experimento que indicou a coleta de água por ASF nos horários mais quentes do dia em região Semiárida do Nordeste brasileiro (LIMÃO; IMPERATRIZ-FONSECA; MAIA-SILVA, 2015).

Por outro lado, revela-se também que interferências na qualidade dos recursos hídricos podem desencadear um sério problema para a meliponicultura. Nesse contexto, enfatiza-se que o uso de agrotóxicos em cultivos agrícolas pode alterar a qualidade dos mananciais, e assim influenciar negativamente o desenvolvimento interno de colônias de ASF, conforme sugere Felipe Neto (2015). Nesse mesmo sentido, outros pesquisadores apontam que os pesticidas são causas potenciais do declínio dos polinizadores, já que influenciam profundamente o comportamento das abelhas e a dinâmica de suas colônias (BRITAIN; POTTS, 2011).

Clima

O clima foi um dos temas mais discutidos pelos meliponicultores, sendo então selecionado como ponto crítico. Isso se sustenta porque as condições climáticas severas testam a capacidade de sobrevivência das espécies de abelhas. Ou seja, a estação seca reduz significativamente o desenvolvimento da vegetação, limitando assim a disponibilidade de recursos alimentares para as abelhas. O alerta do clima tem sido investigado por diversos pesquisadores, como é o caso de Oliveira et al. (2012), os quais sugerem que os remanescentes de vegetação natural, provavelmente tendem a desempenhar um papel de refúgios climáticos, destacando que os esforços devem se concentrar no Nordeste brasileiro.

Organização

Embora o Rio Grande do Norte tenha várias associações de apicultura e meliponicultura, não foi observada a atuação delas na maioria dos agroecossistemas melíponas estudados. Verificou-se que os meliponicultores com grau de instrução mais elevado eram os que tinham mais familiaridade com as associações. Desse modo, acredita-se que a organização e difusão dessas associações é um ponto-chave para promover o desenvolvimento da meliponicultura, atendendo, inclusive, aqueles meliponicultores que se encontram em áreas rurais mais afastadas.

Capacitação

A capacitação foi elencada mediante sua contribuição para o sucesso da criação de ASF. Foi observado que a instrução da maioria dos meliponicultores se deu, principalmente, pela experiência diária com as abelhas. Revela-se, ainda, que os meliponicultores que criavam abelhas há mais tempo detinham mais conhecimento, embora muitas vezes com técnicas ultrapassadas. Os mais instruídos, em menor número, dominavam técnicas mais modernas. Acredita-se que o aperfeiçoamento tem contribuído para o funcionamento permanente da meliponicultura.

Diversidade

O ponto crítico diversidade foi abordado sob duas perspectivas. A primeira foi focada na diversidade de atividades praticadas pelo meliponicultor, como a agricultura e a criações de animais. Outro destaque observado refere-se ao uso do solo para produção de apenas um tipo de cultivo agrícola. Nesse sentido, Kennedy et al. (2013) alertam que a sobrevivência de abelhas depende tanto da manutenção de habitats de alta qualidade (riqueza de espécies vegetais) quanto das práticas locais de gestão para compensar os impactos da agricultura intensiva de monoculturas.

A segunda perspectiva acerca da diversidade diz respeito às finalidades da criação de ASF. Foi constatado que a maioria dos criadores apenas produzem mel, enquanto que uma minoria realiza multiplicações de colônias. Embora essas atividades sejam importantes, outras alternativas também podem ser aproveitadas dessa criação, como a diversidade de espécies de ASF e demais produtos melíponas.

Manejo

O manejo foi selecionado como ponto crítico por ser decisivo para o desenvolvimento da meliponicultura. Para Jaffé et al. (2015) essa atividade pode se tornar uma vigorosa ferramenta de desenvolvimento, desde que sejam aprimoradas suas técnicas de criação. De outro modo, o conhecimento sobre o desenvolvimento, adaptação e implementação de técnicas de manejo alimentar, de instalação e de controle de inimigos naturais são primordiais para a ampliação e o desempenho dessa atividade.

Foi verificado que o conhecimento sobre o manejo de ASF diferiu bastante entre os criadores. As novas técnicas de manejo não estão bem difundidas, o que pode prejudicar o desenvolvimento dessa atividade. Nesse sentido, Jaffé et al. (2015) ponderam que os meliponicultores que alimentam artificialmente suas colônias, conseguem multiplicar um número maior de colônias do que aqueles que não realizam tal estratégia.

Ademais, considera-se que o manejo de abelhas tem uma forte ligação com a produção. Sobre essa temática, Sande et al. (2009) esclarecem que a produção de mel tem aumentado nas proximidades de florestas. Diante disso, pontua-se que a localização do meliponário em um lugar estratégico pode desencadear numa melhor produtividade. Entretanto, essa técnica não foi observada na maioria dos agroecossistemas melíponas analisados.

A conjuntura dos sete pontos críticos elencados neste estudo forma a base para que a meliponicultura alcance patamares desejáveis de

desenvolvimento. Salienta-se, porém, que esse caminho precisa ser construído com contribuições de pesquisadores, associações, meliponicultores e suas famílias e, sobretudo, assistência técnica municipal.

Considerações Finais

Nesse artigo procurou-se elencar pontos críticos presentes em agroecossistemas melíponas no Estado do Rio Grande do Norte, a fim de contribuir com a avaliação da sustentabilidade da meliponicultura. Os resultados revelam sete pontos críticos (vegetação, água, clima, organização, capacitação, diversidade e manejo), que corrigidos ou potencializados permite que a meliponicultura se torne sustentável, atrativa e promissora.

Este estudo demonstra, ainda, que os agroecossistemas avaliados foram bastante diversificados, tanto do ponto vista profissional quanto das técnicas utilizadas no manejo da criação de ASF, influenciando a seleção dos pontos críticos. Considera-se, portanto, que a construção de uma meliponicultura sustentável encontra-se sintonizada com o desenvolvimento do Nordeste brasileiro, cuja região tem sido profundamente afetada pela ação do homem, pela semiaridez e pelas alterações climáticas presente e futura.

Agradecimentos

Agradecemos aos meliponicultores que contribuíram com este estudo. Ao Grupo ASA/UFERSA, em especial a Dra. Vera Lúcia Imperatriz Fonseca pelas contribuições. Ao LEPAC/USP e ao NESA/IFRN pelo suporte para análise da paisagem. Por fim, ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal/UFERSA e a CAPES pelo recurso financeiro.

Referências

- ALMEIDA, J. Da ideologia do progresso à ideia de desenvolvimento (rural) sustentável. In: ALMEIDA, J.; NAVARRO, Z. **Reconstruindo a agricultura**: ideias e ideais na perspectiva do desenvolvimento rural sustentável. Porto Alegre: UFRGS, 2009. p. 33-55.
- ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004.
- ASTIER, M.; MASERA, O. M.; GÁLVAN-MIYOSHI, Y (Coord.). **Evaluación de sustentabilidad**: um enfoque dinámico y multidimensional. Espanha: SEAE/CIGA/ECOSUR/CIEco/UNAM/GIRA/Mundiprensa/ Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentably, 2008.
- BRASIL. **Monitoramento do bioma caatinga 2002 a 2008**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2010.
- BRITAIN, C.; POTTS, S. G. The potential impacts of insecticides on the life-history traits of bees and the consequences for pollination. **Basic and Applied Ecology**, v. 12, p. 321-331, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2010.12.004>
- BRUENING, H. **Abelha jandaíra**. Natal: SEBRAE/RN, 2006.
- CÂNDIDO, G. A.; SILVA, V. P. (Org.). **Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas**: aplicações em diversos tipos e práticas agrícolas do Rio Grande do Norte. Natal: IFRN, 2015.
- CARVALHO, C. A. L. et al. Proposta de regulamento técnico de qualidade físico-química do mel floral processado produzido por abelhas do gênero *Melipona*. In: VIT, P.; ROUBIK, D. W (Eds.). **Stingless bees process honey and pollen in cerumen pots**. Venezuela: SABER-ULA, 2012.
- COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: FGV, 1991.
- CORTOPASSI-LAURINO, M. et al. Global meliponiculture: challenges and opportunities. **Apidologie**, v. 37, n. 2, p. 275-292, 2006. <https://doi.org/10.1051/apido:2006027>
- COSTA, A. Agricultura sustentável II: avaliação. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 33, n. 2, p. 75-89, 2010.
- EHLERS, E. M. **O que se entende por agricultura sustentável**. 1994. 165f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental). Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.
- FELIPE NETO, C. A. L. **Influência da estrutura da paisagem sobre a produção e qualidade de mel da abelha jandaíra (*Melipona subnitida*, Apidae: Meliponini) na Caatinga**. 2015. 62f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal: Ecologia e Conservação do Semiárido). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2015.
- FELIPE NETO, C. A. L.; SILVA, V. P. Avaliação de agroecossistemas familiares do Agreste Potiguar-RN. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, p. 1-5, 2011.
- FORMIGA JÚNIOR, I. M.; CÂNDIDO, G. A.; AMARAL, V. S. Sustentabilidade do cultivo de melão no assentamento São Romão em Mossoró/RN: determinação dos pontos críticos. **Campo-Território**, v. 9, n. 19, p. 57-87, 2014.
- IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. et al. Abelhas e desenvolvimento rural no Brasil. **Mensagem Doce**, n. 80, 2005.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. et al. **Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. EDUSP, São Paulo, 2012.

INOUYE, D. W. The value of bees. **Biological Conservation**, v. 140, p. 198-199, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.09.011>

JAFFÉ, R. et al. Bees for development: brazilian survey reveals how to optimize stingless beekeeping. **Plos One**, v. 10, p. 121-157, 2015. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121157>

KENNEDY, C. M. et al. A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems. **Ecology Letters**, v. 16, n. 5, p. 584-599, 2013. <https://doi.org/10.1111/ele.12082>

LEMONS, H. M.; BARROS, R. L. P. **O desenvolvimento sustentável na prática**. Rio de Janeiro: Comitê Brasileiro das Nações Unidas para o Meio Ambiente, 2007.

LIMÃO, A. A. C.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; MAIA-SILVA, C. Environmental temperature influences the collection of water by stingless bees (*Melipona subnitida*) in the brazilian semiarid region. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 11., 2015, Ribeirão Preto. **Anais...** Disponível em: <http://rge.fmrp.usp.br/abelhudo/br/Anais_encontroabelhas_2015.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2016.

MAGALHÃES, T. L.; VENTURIERI, G. C. **Aspectos econômicos da criação de abelhas indígenas sem ferrão (Apidae: Meliponini) no nordeste paraense**. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, v. 364, 2010.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora, 2004.

MAIA-SILVA, C. et al. **Guia de plantas visitadas por abelhas na caatinga**. Fortaleza, CE: Editora Fundação Brasil Cidadão, 2012.

MAIA, U. M. et al. Meliponicultura no Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v.37, n. 4, p. 327-333, 2015.

MARZALL, K. **Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas**. 1999. 208f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, S. **Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS**. México: Mundi Prensa, 1999.

MATOS FILHO, A. M. **Agricultura orgânica sob a perspectiva da sustentabilidade: uma análise da região de Florianópolis – SC, Brasil**. 2004. 172 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

MCGARIGAL, K.; CUSHMAN, S. A.; ENE, E. **FRAGSTATS v4: spatial pattern analysis program for categorical and continuous maps**. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. 2012. Disponível em: <<http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>>.

MORO, M. F. et al. A catalogue of the vascular plants of the Caatinga Phytogeographical Domain: a synthesis of floristic and phytosociological surveys. **Phytotaxa**, v. 160, n. 1, p. 1-118, 2014. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.160.1.1>

NAUG, D. Nutritional stress due to habitat loss may explain recent honeybee colony collapses. **Biological Conservation**, v.142, p. 2369-2372, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.04.007>

- NOGUEIRA-NETO, P. **A criação de abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo: Chácaras e Quintais, 1953.
- NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo: Nogueirapis, 1997.
- NUNES, E. **Geografia física do Rio Grande do Norte**. Natal: Imagem Gráfica. 2006.
- OLIVEIRA, G. et al. Conserving the Brazilian semiarid (Caatinga) biome under climate change. **Biodiversity and Conservation**, v. 21, n. 11, p. 2913-2926, 2012. <https://doi.org/10.1007/s10531-012-0346-7>
- PEREIRA, D. S. et al. Abelhas indígenas criadas no Rio Grande do Norte. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.5, p. 81-91, 2011.
- SANCHEZ, G. F.; MATOS, M. M. Marcos Metodológicos para Sistematização de Indicadores de Sustentabilidade da Agricultura. **Cadernos [SYN]THESIS**, v. 5, n. 2, p. 255-267, 2012.
- SANDE, S. O. et al. Proximity to a forest leads to higher honey yield: another reason to conserve. **Biological Conservation**, v. 142, p. 2703-2709, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.06.023>
- SILVA, V. P.; CÂNDIDO, G. A. Sustentabilidade de agroecossistemas de mandioca: primeiro ciclo de avaliação em Bom Jesus-RN. **GEOUSP – Espaço e Tempo (Online)**, v. 18, n. 2, p. 313-328, 2014.
- SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. Belo Horizonte: Fernando A. Silveira, 2002.
- SMITH, M. S. Change the approach to sustainable development. **Nature**, v. 483, p. 375, 2012. <https://doi.org/10.1038/483375a>
- TORRES, R. R. et al. Socio-climatic hotspots in Brazil. **Climatic Change**, v. 115, p. 1-13, 2012. <https://doi.org/10.1007/s10584-012-0461-1>
- VENTURIERI, G. C. et al. Meliponicultura no Brasil: situação atual e perspectivas futuras. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. et al. (eds). **Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. EDUSP, São Paulo, 2012.
- VERONA, L. A. F. **Avaliação de sustentabilidade em agroecossistemas de base familiar e em transição agroecológica na região sul do Rio Grande do Sul**. 193 f. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul, 2008.
- VIANA, B. F. et al. A polinização no contexto da paisagem: o que de fato sabemos e o que precisamos saber. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L., et al. (Eds.). **Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo, EDUSP, 2012.
- VILLAS-BÔAS, J. **Manual técnico: mel de abelhas sem ferrão**. Brasília: Instituto Sociedade e Natureza (ISPN), 2012.
- WINFREE, R.; BARTOMEUS, I.; CARIVEAU, D. P. Native Pollinators in Anthropogenic Habitats. **Annual Review of Ecology Evolution Systematics**, v. 42, p. 1-22, 2011. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-102710-145042>
- ZANELLA, F. C. V; MARTINS, C. F. Abelhas da caatinga: biogeografia, ecologia e conservação. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. da. **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: UFPE, 2003.