



CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Produção mais limpa como ferramenta na construção de agroecossistema de base ecológica em propriedade agrícola familiar***Cleaner production as a tool in the construction of ecologically based agroecosystems on family farms***Endrigo Pino Pereira Lima¹, Helvio Debli Casalinho²,
Ana Claudia Rodrigues de Lima³**RESUMO**

No Brasil o número de estudos de caso relatados de implantação de programas de Produção mais Limpa (PmaisL) no setor agrícola é bem menor do que nos demais setores. Os conceitos e aparatos metodológicos da PmaisL relacionam-se com as bases teóricas do processo de transição agroecológica, pois também são orientados por princípios preventivos. O objetivo deste trabalho foi implantar um programa de PmaisL numa propriedade agrícola familiar em processo de transição agroecológica e analisar as contribuições da implantação na melhoria da sustentabilidade deste agroecossistema. Os resultados mostraram benefícios de ordem ambiental, social e econômica, comprovando que a implantação do programa contribui para a melhoria da sustentabilidade de propriedades em transição agroecológica. Ficou também evidenciada a convergência conceitual e metodológica entre o programa e o processo de transição agroecológica, sendo possível inferir que a PmaisL é uma ferramenta útil, prática e dinâmica no processo de transição agroecológica de propriedades agrícolas familiares.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Prevenção a poluição; transição agroecológica; agricultura sustentável.

ABSTRACT

In Brazil, the number of reported case studies of the implementation of Cleaner Production (PmaisL) programs in the agricultural sector is much lower than in the other sectors. PmaisL's concepts and methodological apparatus relate to the theoretical bases of the agroecological transition process, as they are also guided by preventive principles. The objective of this work was to implement a PmaisL program in a property family farm in an agroecological transition process and analyze the contributions of the implementation in improving the sustainability of this agroecosystem. The results showed environmental, social and economic benefits, proving that the implementation of the program contributes to the improvement of the sustainability of properties in agroecological transition. It was also evidenced the conceptual and methodological convergence between the program and the process of agroecological

¹ Instituto Federal Sul-rio-grandense - IFSul, câmpus Pelotas/RS - Brasil. E-mail: endrigopereiralima@gmail.com

² E-mail: hdc1049@gmail.com

³ E-mail: anaclima@hotmail.com



transition, being possible to infer that PmaisL is a useful, practical and dynamic tool in the agroecological transition process of properties family farms.

Keywords: *Sustainability; pollution prevention; agroecological transition; sustainable agriculture.*

1. INTRODUÇÃO

No Brasil o número de estudos de caso relatados decorrentes da implantação de programas de Produção mais Limpa (PmaisL) no setor agrícola é bem menor do que nos setores industrial e de serviços. (NETO; SHIBAO; FILHO, 2016). A PmaisL teve sua metodologia de implantação desenvolvida pelos Programas das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO) e para Proteção Ambiental (UNEP) e a partir de então verifica-se que muito se tem pesquisado e discutido sobre a implantação da PmaisL no setor industrial. (DOMINGUES; PAULINO, 2009). A aplicação de um programa de PmaisL no setor agrícola pode promover o uso adequado do solo e da água, contribuindo para a redução de impactos ambientais, como o uso excessivo de agroquímicos e a contaminação de recursos hídricos. (HOOF; MONROY; SAER, 2008).

A conversão dos atuais sistemas agrícolas convencionais para modos de produção mais sustentáveis ocorre a partir da transição agroecológica de agroecossistemas, onde um dos objetivos deste processo é a substituição de um modelo agroquímico de produção por estilos de agricultura que incorporem princípios e tecnologias de base ecológica. (KERBER; ABREU, 2010; LOPES; LOPES, 2011).

Considera-se aqui, transição agroecológica como um processo de mudança gradual, ao longo do tempo, não só na busca de uma racionalização produtiva com base nas especificidades de cada agroecossistema, mas também numa mudança de atitudes e valores dos diferentes atores envolvidos. (CAPORAL; COSTABEBER, 2004). Nesse contexto, a busca por uma agricultura que esteja inserida numa perspectiva solidária, de afinidade com as potencialidades de um agroecossistema, que seja socialmente justa, economicamente viável e que respeite a natureza, está intimamente vinculada a modelos agrícolas mais sustentáveis. (CAPORAL, 2009).

Os processos de transição agroecológica têm dificuldade de mensurar de forma clara e objetiva os ganhos em sustentabilidade do agroecossistema estudado, necessitando desta forma de ferramentas que sejam capazes de medir e acompanhar tais ganhos. (FLORES; SARANDÓN, 2015). Os conceitos e aparatos metodológicos relacionados à prevenção da poluição podem ser úteis ao processo de transição agroecológica, pois a pesquisa agropecuária deveria orientar-se por princípios preventivos, como a redução e eliminação do uso de insumos não renováveis e o desenvolvimento de formas de agricultura menos dependentes de recursos ambientais escassos. (CAPORAL, 2009).

A PmaisL, enquanto estratégia de prevenção à poluição e instrumento de busca pela sustentabilidade, objetiva identificar oportunidades de melhoria da eficiência de um processo produtivo, a partir de uma análise técnica, econômica e ambiental do mesmo. (DIÓGENES; FIGUEIREDO; PIMENTA, 2012; PIMENTA; GOUVINHAS, 2012).

Ao contrário da abordagem corretiva de tratamento e disposição final de resíduos, a PmaisL prioriza soluções que tenham foco na eliminação ou redução da geração de



resíduos, através da otimização do uso de recursos naturais e da redução de desperdícios. (RODRIGUES; PADILHA; MATTOS, 2011).

Nesta abordagem preventiva, as oportunidades de melhoria devem priorizar a não geração e a minimização de desperdícios na própria fonte geradora, pois quanto mais próxima a solução estiver do ponto de origem dos resíduos e quanto menor for o gasto de recursos para tal, mais eficientes serão as medidas adotadas. (GONÇALVES, 2005; SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL, 2007). Para Siqueira *et al.* (2010), se faz urgente desenvolver projetos de pesquisa voltados à otimização da produtividade agrícola em consonância com os princípios agroecológicos.

Este trabalho teve por objetivo implantar um programa de produção mais limpa em uma propriedade agrícola familiar em processo de transição agroecológica e analisar as contribuições desta implantação na melhoria da sustentabilidade deste agroecossistema.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi desenvolvida em uma propriedade localizada no município de Morro Redondo - RS, região de relevo ondulado a forte ondulado, predominando solos da associação argissolos-neossolos com afloramento rochoso, com clima subtropical. A região é constituída, fundamentalmente por pequenas propriedades rurais que produzem frutíferas, tabaco, milho, batata, feijão e hortaliças diversas. Inseridas nesse contexto, algumas propriedades da região encontram-se em processo de transição agroecológica.

O estabelecimento agrícola familiar em questão desenvolve suas atividades contando atualmente com 7 membros da família, não utilizando mão de obra terceirizada. Com área total de 37 ha, sendo 1.300 m² de área construída, a propriedade adota os princípios da agricultura de base ecológica desde 2001, encontrando-se num estágio relativamente avançado no processo de transição agroecológica.

Como característica típica da agricultura familiar em transição agroecológica, a produção é extremamente diversificada, destacando-se frutas, grãos e oleráceas. Além da produção primária, é realizada a produção de processados, como: pães, bolos, geléias, rapaduras, conservas vegetais e massa de tomate. A produção é comercializada para bares e restaurantes ou de forma direta pela família em feiras agroecológicas.

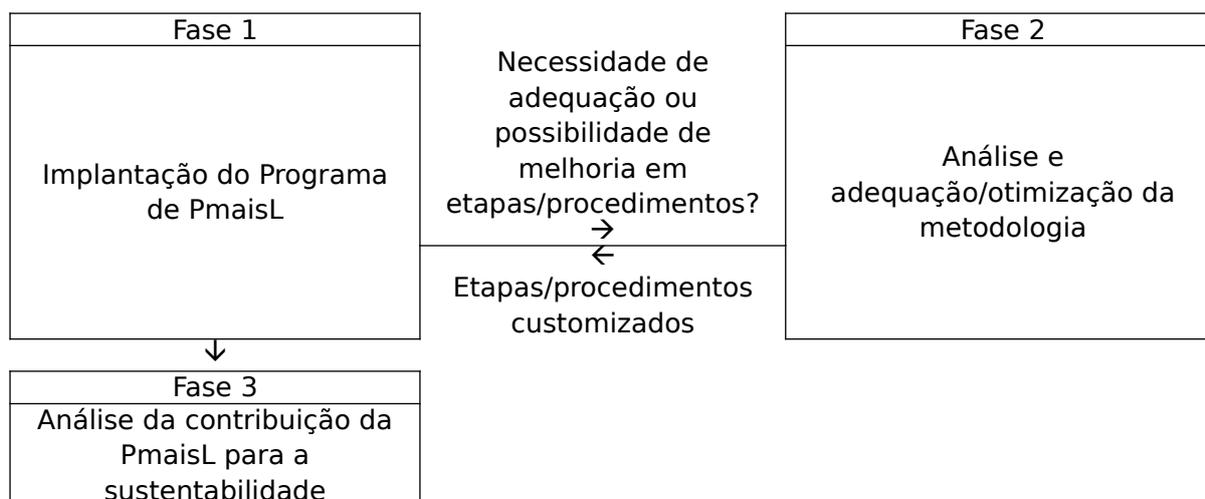
A pesquisa foi estruturada em três fases:

- 1) Implantação do programa de PmaisL;
- 2) Análise e adequação da metodologia de implantação do programa de PmaisL especificamente numa unidade de produção de base familiar e em transição agroecológica; e,
- 3) Análise da contribuição da PmaisL para as dimensões social, econômica e ambiental da sustentabilidade da propriedade.

Tais fases se relacionam conforme o quadro 1.



Quadro 1 – Relações entre as fases metodológicas da pesquisa.



Fonte: Autores.

2.1. FASE 1 - IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA DE PMAISL

Foi implantado na propriedade o programa de PmaisL tendo como base a metodologia preconizada pela UNIDO/UNEP (WEIHS; WEISSEL, 2005; SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL, 2007), resumida a seguir:

- Etapa 1 - Planejamento e Organização: definiu a abrangência do programa, planejou a execução do trabalho e organizou a equipe de implantação.
- Etapa 2 - Pré-avaliação: após a elaboração dos fluxogramas dos processos produtivos, foi realizado o levantamento de dados e de custos da propriedade para compor o Diagnóstico Ambiental e de Processo. Este documento serviu de base para a seleção do foco da avaliação e para identificação de oportunidades gerais de PmaisL. Esta lista de oportunidades foi submetida à análise dos agricultores para escolha utilizando-se os critérios de custo, toxicidade e quantidade de entradas e saídas dos processos produtivos.
- Etapa 3 - Avaliação: nesta etapa foram realizadas medições nos processos relacionados com as oportunidades escolhidas, sendo levantados também os custos correspondentes às quantidades medidas de entradas e saídas dos processos. Em seguida foi realizado o processo de identificação das causas de geração dos resíduos e desperdícios com a consequente identificação de oportunidades específicas de eliminação, redução ou reciclagem.
- Etapa 4 - Estudo de viabilidade: inicialmente foi determinado o nível de profundidade de análise de cada oportunidade e que informações seriam necessárias para tanto. Em seguida foi realizada a análise técnica, na qual foram estimados os quantitativos de entradas e saídas referentes à situação “depois” da implantação da oportunidade, com a respectiva associação de custos. Estes dados serviram de base para as análises de viabilidade ambiental, econômica e social.
- Etapa 5 - Implantação: foram levantadas as necessidades de recursos financeiros, treinamento de pessoal, adaptações físicas, entre outras, respectivas a cada oportunidade de PmaisL a ser implantada, que passaram a ser denominadas de



Estudos de Caso. A expressão Estudo de caso faz parte da estrutura metodológica de implantação de um programa de PmaisL, não se referindo ao utilizado normalmente em pesquisa qualitativa. Os benefícios ambientais e econômicos dos estudos de caso foram calculados com base nas respectivas análises de viabilidade técnica realizadas na Etapa 4.

2.2. FASE 2 - CUSTOMIZAÇÃO DA METODOLOGIA PARA TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA

Durante todo o processo de implantação do programa de PmaisL, foram encontradas algumas dificuldades e também identificadas algumas possibilidades de otimização da metodologia de implantação do programa em função das especificidades do agroecossistema estudado sem, no entanto, descaracterizar conceitualmente a metodologia original.

Foi também realizada uma análise com o objetivo de encontrar convergências conceituais e metodológicas entre a PmaisL e o processo de transição agroecológica.

2.3. FASE 3 - CONTRIBUIÇÃO DA PMAISL NA SUSTENTABILIDADE DA PROPRIEDADE

Após a implantação dos estudos de caso, foi avaliada a influência e as contribuições da implantação do programa de PmaisL nas dimensões ambiental, social e econômica da sustentabilidade da propriedade. Na dimensão ambiental, foi avaliada a contribuição de cada estudo de caso na redução dos seguintes impactos: consumo de recursos naturais, poluição hídrica, poluição atmosférica e poluição do solo. Além disto, foram quantificadas as reduções no consumo de insumos e na geração de resíduos, efluentes e emissões. Na dimensão econômica, foram consolidados os dados econômicos dos estudos de caso implantados, avaliando-se os seguintes índices: Benefício econômico anual em R\$; Tempo de retorno (*payback*) em meses e dias; Valor presente líquido (VPL) em R\$ e Taxa interna de retorno (TIR) em %.

A influência dos estudos de caso sobre a dimensão social foi avaliada utilizando-se os seguintes indicadores: número de horas trabalhadas; condições de trabalho; dependência de insumos externos.

Para o indicador número de horas trabalhadas foi considerada como contribuição positiva a redução do número de horas destinadas a determinada tarefa, procedimento ou etapa do processo produtivo.

O foco de análise do indicador relacionado às condições de trabalho foi a identificação de benefícios técnico-operacionais nas atividades produtivas, como a melhoria no manuseio de materiais e a padronização de receitas e procedimentos. Para este indicador, também foi avaliada a melhoria nas condições ergonômicas relativas ao conforto térmico, ao esforço físico e à postura do pessoal envolvido.

A diminuição da dependência de insumos externos para as atividades produtivas foi considerada como contribuição positiva para a dimensão social da sustentabilidade.



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. FASE 1 - IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA DE PMAISL

A escolha das oportunidades de PmaisL transformadas em estudos de caso contou com a efetiva participação da família agricultora, resultado de um processo endógeno na propriedade, produzindo, desta forma, um sentimento de pertencimento por parte da família sobre o desenvolvimento das oportunidades. Os estudos de caso gerados pela implantação do programa de PmaisL são descritos a seguir de forma a evidenciar as diferenças entre as situações de “antes” e “depois” da PmaisL.

Estudo de caso 1: Redução do consumo de água, reuso de efluente da lavagem dos vegetais e aproveitamento de água da chuva para dessedentação de animais

Antes da PmaisL - a lavagem dos vegetais era realizada em recipientes com capacidade de 10 L, ocorrendo perdas de água devido ao enchimento, movimentação dos recipientes e escurrimto de água dos vegetais. Além deste procedimento ocasionar problemas ergonômicos pelo excesso de esforço físico, o efluente era descartado diretamente no solo.

Depois da PmaisL - os recipientes foram substituídos por caixas plásticas com capacidade de 50 L, reduzindo a perda de água. O efluente coletado no processo de lavagem passou a ser conduzido por gravidade até um tanque plástico com capacidade de 1 m³, que também receberá água da chuva captada numa área de telhado de 30 m², a partir da adaptação de calha já existente. Todo o efluente armazenado será reusado na dessedentação dos animais da propriedade.

Estudo de caso 2: Redução da geração de resíduo incorporado ao pão integral pela padronização do peso do produto

Antes da PmaisL - o pão integral comercializado não apresentava peso final padronizado, sendo este sempre superior aquele que o produtor imaginava que estivesse produzindo. Como o produto era vendido por unidade, resultava num desperdício de insumos pelo peso excedente de pão, ocasionando o chamado “resíduo incorporado ao produto”.

Depois da PmaisL - foi realizada a padronização de procedimentos pelo cálculo das quantidades necessárias de insumos para a produção de um determinado peso final de produto. Além disto, foram introduzidas no processo de fabricação do pão duas etapas de pesagem, uma antes da mistura e outra antes da enformagem da massa, para que houvesse padronização.

Estudo de caso 3: Eliminação da geração de subproduto de rapadura de leite e de amendoim pela adequação das formas

Antes da PmaisL - a produção de rapaduras de leite e de amendoim gerava um subproduto de rapadura de canto (4 unidades por lote) em função dos cantos arredondados das formas utilizadas. Estes subprodutos tinham seu preço unitário de comercialização reduzido em cerca de 28%.



Depois da PmaisL - através da fabricação de formas sem cantos arredondados, foi eliminado este subproduto, pela uniformização do formato das rapaduras, de maneira que todas as unidades pudessem ser comercializadas pelo mesmo preço. O tamanho da nova forma é maior do que a da utilizada anteriormente, fazendo com que houvesse aumento do tamanho dos lotes de produção de 40 rapaduras de leite ou 20 rapaduras de amendoim para 45 unidades de rapadura para as duas linhas de produção. Além disto, a altura da nova forma é a mesma das rapaduras (2 cm), diferentemente das formas anteriores que eram mais altas (3,5 cm), facilitando assim a uniformização da espessura do produto durante a etapa de enformagem. Para esta padronização de altura foi adotada uma régua, que auxilia na uniformização da altura das rapaduras durante a etapa de corte.

Estudo de caso 4: Substituição de fertilizante organomineral por fosfato natural na adubação de milho

Antes da PmaisL - após a colheita do milho (*Zea mays*), é cultivado numa área de 1,5 ha um consórcio de azevém (*Lolium multiflorum*) e ervilhaca (*Vicia sativa L.*), que na véspera da semeadura do milho são incorporados ao solo como forma de adubação verde, além da adubação com fertilizante organomineral (FO) adquirido pelos agricultores. Foi realizada análise de solo e em seguida calculada a recomendação de adubação para produtividade de 5 t/ha baseada nas necessidades da cultura do milho. Depois de calculado o balanço de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), concluiu-se que a aplicação de FO resultava em excesso de nutrientes N, P e K para o solo. Foi considerado somente o aporte de nutrientes da adubação verde, sem a aplicação de FO, sendo necessária apenas a adição de P, reduzindo desta forma o excesso dos nutrientes N e K.

Depois da PmaisL - para compensar o déficit de P, pela não aplicação de FO, foi utilizado Fósforo Natural Reativo (29% de P_2O_5).

Estudo de caso 5: Redução do consumo de energia elétrica no forno elétrico pela adaptação do forno a lenha

Antes da PmaisL - o forno a lenha localiza-se dentro da área de processados, o que impede seu funcionamento durante as épocas mais quentes do ano, em função do calor gerado. Esta limitação leva ao uso de fornos elétricos para a produção de pães e bolos, apesar do fato da propriedade possuir lenha em abundância.

Depois da PmaisL - foi realizada a realocação do forno para um espaço externo a área de processados, reduzindo a geração de calor na área interna. Com isto foi reduzido o consumo de energia elétrica nos 3 fornos elétricos existentes pela redução do tempo de utilização dos mesmos, pela possibilidade de utilização do forno a lenha nas épocas mais quentes do ano.

3.2. FASE 2 - CUSTOMIZAÇÃO DA METODOLOGIA PARA TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA

Os ajustes e adequações realizados na metodologia durante a implantação do programa de PmaisL são indicados no quadro 2.



Quadro 2 – Ajustes realizados durante o processo de implantação do Programa de PmaisL na propriedade.

Ajuste	Etapas da metodologia envolvidas
Indicação da origem (externa ou interna) dos insumos consumidos na propriedade	2 Pré-avaliação
Consideração de princípios agroecológicos nas tomadas de decisão	2 Pré-avaliação e 3 Avaliação
Priorização das oportunidades na Pré-avaliação	2 Pré-avaliação e 3 Avaliação
Realização de medições direcionadas nas oportunidades priorizadas	3 Avaliação
Alteração das categorias de resíduos para categorias de desperdício	3 Avaliação
Realização da análise de viabilidade social de oportunidades	4 Estudo de viabilidade

Fonte: Autores.

Durante o levantamento de dados realizado na Etapa 2 - Pré-avaliação foi incluída a indicação “Origem externa ou interna” para os insumos inventariados nesta fase do trabalho, pois para Santos (2014) a reciclagem interna de materiais e o autoconsumo são aspectos muito relevantes no processo de transição agroecológica de propriedades familiares. Esta indicação auxiliou no processo de priorização de oportunidades de PmaisL, onde foram privilegiados os insumos internos da propriedade.

Em situações que envolveram tomada de decisão, como a priorização das oportunidades de PmaisL (etapa 2), foi considerado o princípio agroecológico da maximização da diversificação da produção como critério de escolha. Algumas oportunidades identificadas foram rejeitadas, pois sua implantação ocasionaria a redução da produção ou até mesmo a eliminação de determinados produtos em detrimento do aumento de produção de outros.

Em função dos ciclos de produção no setor primário serem mais longos (safras), o tempo de implantação torna-se maior se comparado com implantações no setor industrial e de serviços. Neste sentido foi necessário antecipar a priorização das oportunidades para o final da etapa 2 Pré-avaliação, ficando a etapa 3 Avaliação como fase de confirmação dos dados levantados anteriormente.

Por tratar-se de um sistema complexo e aberto com constante troca de massa e energia, através dos processos de precipitação, evapotranspiração, fluxo solar, entre outros, a realização de um balanço de material e energia completo tornou-se inviável. Desta forma optou-se por direcionar a realização das medições da etapa 3 Avaliação nos parâmetros relacionados as oportunidades gerais priorizadas na etapa 2 Pré-avaliação.

Foi modificada a nomenclatura “Categorias de resíduos” para “Categorias de desperdícios”, tornando a classificação de resíduos segundo a PmaisL mais ampla com a criação de uma categoria exclusiva para desperdício de energia.

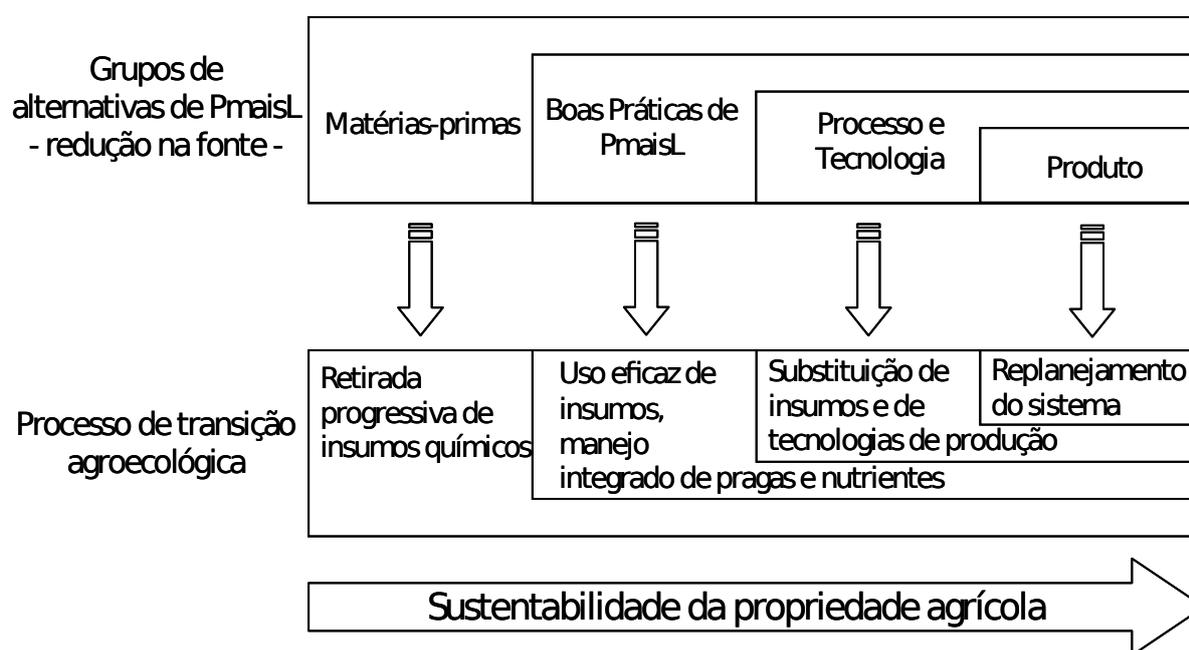
Foi feita a inclusão da análise de viabilidade social das oportunidades, dentro da Etapa 4 - Estudo de viabilidade, até então não existente na metodologia de implantação de



PmaisL, pois para Santos (2014), a transição para estilos de agricultura mais sustentáveis, ocorre a partir das dimensões ambiental, econômica e social.

A partir da análise do processo de implantação do programa de PmaisL na propriedade foi possível estabelecer uma relação entre as alternativas de PmaisL correspondentes ao nível de aplicação “Redução na fonte” (Produto, Boas Práticas de PmaisL, Matérias-primas e Processo/Tecnologia), descritas por Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (2007) e as etapas de transição agroecológica, citadas por Altieri (2009), conforme explicitado na figura 1.

Figura 1 - Relação entre alternativas de PmaisL (Redução na fonte) e etapas de transição agroecológica.



Fonte: Autores.

A relação estabelecida na figura 1 indica qual grupo de alternativas de PmaisL de Redução na fonte possui maior identificação e convergência com as práticas de manejo preconizadas em cada uma das etapas do processo de transição agroecológica. Tais associações não se traduzem na impossibilidade de utilização de alternativas de PmaisL de outro grupo (Produto ou Técnicas de tratamento) numa determinada etapa do processo de transição agroecológica, quando da implantação do programa.

Percebe-se na figura 1, que apesar de um determinado grupo de alternativas de PmaisL estar diretamente relacionado a uma etapa de transição agroecológica, as demais alternativas podem ser utilizadas em outras etapas do processo de transição. Esta argumentação é reforçada pelo fato de que as etapas citadas por Altieri (2009) não são estanques e podem ocorrer de forma simultânea. Com base nesta relação é adequado que a priorização das oportunidades de PmaisL leve em conta a(s) etapa(s) de transição agroecológica vivenciada(s) no momento pela propriedade.



Com base nas relações estabelecidas na figura 1, é possível inferir que o programa de PmaisL pode ser utilizado satisfatoriamente como uma ferramenta para o processo de transição agroecológica.

Com a realização deste trabalho foi possível observar a semelhança de princípios e propósitos da PmaisL com os conceitos e práticas adotados em sistemas de produção em transição agroecológica, a saber: busca pelo desenvolvimento de técnicas e modelos mais sustentáveis de produção; valorização de práticas de reciclagem interna (autoconsumo); envolvimento de todos os atores envolvidos no processo produtivo; redução do uso de substâncias tóxicas e otimização do consumo de recursos naturais. (ALTIERI, 2009; CAPORAL, 2009).

3.3. FASE 3 - CONTRIBUIÇÃO DA PMAISL NA SUSTENTABILIDADE DA PROPRIEDADE

Nenhuma alternativa de minimização dos estudos de caso envolveu a modificação de produtos, podendo explicar este fato pela elevada diversidade de produtos já obtidos, decorrente do avançado estágio em que se encontra a propriedade no processo de transição agroecológica, o que acaba priorizando outras alternativas de PmaisL em detrimento desta. Além disto, soma-se o fato de que modificações em produtos demandam estudos de mercado e, especialmente, em produtos agrícolas as alterações podem ser extremamente complexas e necessitarem de aprofundamentos no ramo do melhoramento genético.

Os agricultores manifestaram, durante o decorrer do processo de implantação, que passaram a conhecer e entender melhor os processos produtivos da propriedade ressaltando a contribuição técnica da PmaisL. Os impactos ambientais reduzidos correspondentes a cada estudo de caso implantado são indicados no quadro 3, enquanto a redução anual no consumo de recursos naturais é mostrada na tabela 1.

Quadro 3 - Impactos ambientais reduzidos pelos estudos de caso de PmaisL.

Estudos de Caso	Impactos ambientais reduzidos			
	Consumo de recursos naturais	Poluição hídrica	Poluição atmosférica	Poluição do solo
1	X			
2	X			
3	X			
4	X	X		X
5	X		X	

Fonte: Autores.

No quadro 3 e na tabela 1 a numeração dos estudos de caso refere-se a: 1 Redução do consumo de água, reuso de efluente da lavagem dos vegetais e aproveitamento de água da chuva para dessedentação de animais; 2 Redução da geração de resíduo incorporado ao pão integral pela padronização do peso do produto; 3 Eliminação da geração de subproduto de rapadura de leite e de amendoim pela adequação das formas; 4 Substituição de fertilizante organomineral por fosfato natural na adubação



de milho; 5 Redução do consumo de energia elétrica no forno elétrico pela adaptação do forno a lenha.

Tabela 1 – Redução anual do consumo de recursos naturais nos estudos de caso de PmaisL.

Estudos de Caso	Redução anual		
	Consumo de energia (kWh)	Consumo de água (m ³)	Consumo de insumos externos (kg)
1	18,8	3,8	--
2	--	3,8 x 10 ⁻²	72 ^a
3	--	--	300 ^b
4	--	--	750 ^c
5	965,4	--	--

a: farinha de trigo, óleo e sal; b: leite, açúcar e amendoim;
c: fertilizante organomineral (descontado o acréscimo de fosfato natural reativo).

Fonte: Autores.

A escolha do estudo de caso 1 destaca a consciência ecológica dos agricultores, especialmente em relação ao uso da água, pois os mesmos declararam sua preocupação com a necessidade de um melhor aproveitamento da água na propriedade. Binotti *et al.* (2013), relatam que agricultores familiares identificaram benefícios financeiros e de economia de energia e de água quando da implantação de um sistema de aproveitamento de água em suas propriedades.

Analisando a redução dos impactos ambientais, verificou-se que no estudo de caso 1 houve redução do consumo de água para dessedentação de animais pelo aproveitamento de água da chuva e do efluente da lavagem dos vegetais. A redução do consumo de água favorece a propriedade em épocas de estiagem e escassez hídrica. Com a reutilização deste efluente e da água da chuva, houve uma economia no consumo de energia elétrica, pela redução do acionamento da bomba de recalque da água utilizada na propriedade.

A minimização do consumo de recursos naturais para a produção de pão integral (estudo de caso 2) fica evidente pela redução da quantidade de insumos e energia necessários para a produção de uma unidade de pão integral, destacando-se a redução do consumo de farinha de trigo em 68,5 kg/ano.

O aumento do tamanho do lote de rapaduras de leite e de amendoim, realizado no estudo de caso 3 ocasionou a redução do consumo específico de energia, além de reduzir o consumo com material de limpeza das formas, pela diminuição do número de lotes produzidos.

A substituição de um fertilizante sintético (fertilizante organomineral) por uma fonte natural de adubação (estudo de caso 4) reduziu o consumo de fertilizante organomineral em 900 kg/ano, equivalente a 28% do consumo deste insumo na propriedade. Esta substituição ocasionou também uma redução anual de 750 kg no consumo de insumos externos a propriedade. A poluição hídrica e a do solo são minimizadas quando se reduz o excesso de nutrientes N e P aplicados ao solo,



notadamente causadores de contaminação do lençol freático por lixiviação, conforme relata Jadoski *et al.* (2010). Além disto, apesar da baixa mobilidade do P, o excesso de aplicação deste nutriente no solo pode, ao longo do tempo, constituir-se numa fonte constante de transferência deste elemento para águas subterrâneas e superficiais, causando, juntamente com o N, a ocorrência do fenômeno de eutrofização dos corpos d'água. (HORTA, 2012).

No estudo de caso 5, comparando-se as capacidades de processamento dos fornos elétricos e do forno a lenha, a redução do consumo de energia elétrica (965,3 kWh/ano) equivale a 9% do consumo anual da propriedade. Além da redução do consumo de energia elétrica, obtida no estudo de caso 5, foi reduzida a queima de combustível do gerador a óleo, acionado constantemente em função das frequentes interrupções de fornecimento de energia elétrica para a propriedade. O aumento do consumo de lenha em detrimento de energia elétrica e óleo condiz, segundo Santos *et al.* (2014), com a prática da agricultura de base ecológica de priorizar e otimizar a utilização de recursos disponíveis na propriedade.

Na tabela 2 foram resumidos os dados econômicos dos estudos de caso de PmaisL.

Tabela 2 – Dados econômicos dos estudos de caso de PmaisL.

Estudos de Caso	Investimento (R\$)	Benefício econômico anual (R\$)	Tempo de retorno		VPL ^a (R\$)	TIR ^b (%)
			Meses	Dias		
1	30,0	4,7	76,2	2.287,0	4,8	9,2
2	1,0	116,1	0,1	3,1	853,5	11.610,0
3	170,0	730,0	2,8	83,8	5.202,9	429,4
4	25,0	780,0	0,4	11,5	5.715,9	3.120,0
5	400,0	242,5	19,8	593,8	1.384,8	60,1
Total	626,0	1.873,3	--	--	--	--

a: Valor Presente Líquido. b: Taxa Interna de Retorno.

Fonte: Autores.

Na tabela 2 a numeração dos estudos de caso refere-se a: 1 Redução do consumo de água, reuso de efluente da lavagem dos vegetais e aproveitamento de água da chuva para dessedentação de animais; 2 Redução da geração de resíduo incorporado ao pão integral pela padronização do peso do produto; 3 Eliminação da geração de subproduto de rapadura de leite e de amendoim pela adequação das formas; 4 Substituição de fertilizante organomineral por fosfato natural na adubação de milho; 5 Redução do consumo de energia elétrica no forno elétrico pela adaptação do forno a lenha.

Com base na tabela 2, verifica-se que o benefício econômico anual total é praticamente equivalente ao triplo do valor do investimento realizado. Tendo como base um faturamento anual de R\$ 78.000,00, o benefício econômico anual total é correspondente a 2,4% deste valor. O estudo de caso 4 obteve o maior benefício econômico, principalmente devido ao preço do fertilizante organomineral utilizado. Já o estudo de caso 1 obteve o menor benefício econômico, pois a propriedade não tem custo com a aquisição da água de abastecimento.



A influência de cada estudo de caso sobre a dimensão social é indicada no quadro 4.

Quadro 4 - Influência dos estudos de caso de PmaisL nos indicadores da dimensão social.

Estudos de Caso	Melhoria dos indicadores da dimensão social		
	Número de horas trabalhadas	Condições de trabalho	Dependência de insumos externos
1		X	
2		X	
3	X	X	
4		X	X
5	X	X	X

Fonte: Autores.

No quadro 4 a numeração dos estudos de caso refere-se a: 1 Redução do consumo de água, reuso de efluente da lavagem dos vegetais e aproveitamento de água da chuva para dessedentação de animais; 2 Redução da geração de resíduo incorporado ao pão integral pela padronização do peso do produto; 3 Eliminação da geração de subproduto de rapadura de leite e de amendoim pela adequação das formas; 4 Substituição de fertilizante organomineral por fosfato natural na adubação de milho; 5 Redução do consumo de energia elétrica no forno elétrico pela adaptação do forno a lenha.

Com relação aos benefícios sociais, no estudo de caso 1, verificou-se que a modificação no procedimento de lavagem dos vegetais melhorou as condições de trabalho, pois reduziu o esforço físico anteriormente realizado para o enchimento e transporte dos recipientes d'água.

A melhoria das condições técnico-operacionais na produção de pão integral (estudo de caso 2) é comprovada pela padronização da receita de insumos e pela inclusão da etapa de pesagem da massa.

No estudo de caso 3, a diminuição do número de lotes, ocasionada pelo aumento do tamanho (quantidade) de cada lote de rapaduras, resultou numa redução do número de horas trabalhadas para obtenção da mesma quantidade destes produtos. Esta redução pode significar maior disponibilidade de tempo para outras atividades produtivas, lazer ou até mesmo educação, conforme trabalhado por Flores e Sarandón (2015). O material e o formato personalizado da nova forma aliados a utilização da régua propiciaram uma melhoria técnica-operacional nas etapas de enformagem, corte e desenformagem das rapaduras.

A padronização de peso do pão integral e do tamanho das rapaduras, realizada nos estudos de caso 2 e 3, promoveu a reflexão em torno da necessidade de padronização de outros produtos, visto que a implantação de oportunidades envolvendo Boas Práticas de PmaisL geralmente tem custo reduzido. Pimenta e Gouvinhas (2012), trabalhando com uma empresa de panificação, também implantaram oportunidades envolvendo padronização de procedimentos.



A substituição do fertilizante organomineral por uma quantidade menor de fosfato natural reduziu a dependência de insumos externos para a produção de milho. Além disto, o fosfato natural é de mais fácil aplicação que o fertilizante organomineral, pela sua reduzida higroscopicidade, o que se traduz numa melhoria técnico-operacional da prática de adubação.

Apesar da elevação do número de horas de trabalho, por conta do tempo adicional de manuseio de lenha do estudo de caso 5, a instalação externa do forno resulta em melhores condições de conforto térmico nas dependências internas da cozinha. A utilização deste insumo altamente disponível na propriedade reduz a dependência de energia elétrica, minimizando inclusive os riscos de interrupção da produção ocorridos pelas constantes quedas de fornecimento de energia para a propriedade. Tais práticas de autoconsumo de insumos e subprodutos gerados na propriedade são valorizadas pela Agroecologia. (SANTOS, 2014).

Pelo fato da metodologia de implantação da PmaisL preconizada pela UNIDO/UNEP contemplar apenas os estudos de viabilidade ambiental e econômica das oportunidades, a realização de avaliação contemplando a dimensão social constitui-se em algo inédito e inovador para esta metodologia. Sugere-se que tais indicadores sirvam de base para a elaboração de um modelo de análise de viabilidade social das oportunidades identificadas durante a implantação de programas de PmaisL, em especial em propriedades agrícolas familiares.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implantação do programa de PmaisL na propriedade ocorreu de forma satisfatória, pois além dos benefícios obtidos pelos estudos de caso, foi adquirido um maior conhecimento sobre o processo produtivo por parte da família. Cabe ressaltar o pioneirismo deste trabalho na implantação e customização do programa de PmaisL na agricultura familiar em transição agroecológica.

Os benefícios ambientais e econômicos obtidos pelos estudos de caso puderam ser destacados em função da estrutura e das etapas da metodologia utilizada para a implantação do programa. A análise da dimensão social, não contemplada originalmente na metodologia, foi desenvolvida a partir de elementos identificados durante o trabalho, o que confere ineditismo ao mesmo.

Foi evidenciada a convergência conceitual e metodológica entre o programa e o processo de transição agroecológica. Neste sentido é possível inferir que a PmaisL pode ser uma ferramenta útil, prática e dinâmica no processo de transição agroecológica na agricultura familiar.

Os estudos de caso implantados traduziram-se em melhorias de ordem ambiental, social e econômica na propriedade. Desta forma comprovou-se que a implantação do programa de PmaisL contribuiu para a melhoria da sustentabilidade da propriedade.



5. AGRADECIMENTOS

À família de agricultores por disponibilizar sua propriedade e seu tempo para este estudo.

6. REFERÊNCIAS

ALTIERI, Miguel. **Agroecologia**: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 5. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

BINOTTI, Túlio Caio *et al.* Avaliação interdisciplinar de um sistema de captação de água de chuva construído através de processo participativo com agricultores familiares paulistas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v.8, n.1, p.130-141, abr. 2013.

CAPORAL, Francisco Roberto; COSTABEBER, José Antônio. **Agroecologia e extensão rural**: contribuições para a promoção do desenvolvimento sustentável. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA, 2004.

CAPORAL, Francisco Roberto. **Em defesa de um Plano Nacional de Transição Agroecológica**: compromisso com as atuais e nosso legado para as futuras gerações. Brasília: EMBRAPA, 2009.

DIÓGENES, Victor Hugo Dias; FIGUEIREDO, Lúcia Maria; PIMENTA, Handson Claudio Dias. Aplicação da Produção mais Limpa no setor de turismo: um estudo de caso em um hotel de Natal/RN. **Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, São Paulo, a.7, n.1, p.141-156, jan./mar. 2012.

DOMINGUES, Rosely Maria; PAULINO, Sônia Regina. Potencial para implantação da produção mais limpa em sistemas locais de produção: o polo joalheiro de São José do Rio Preto. **Gestão & Produção**, São Carlos, v.16, n.4, p.691-704, out./dez. 2009.

FLORES, Claudia; SARANDÓN, Santiago Javier. Evaluación de la sustentabilidad de un proceso de transición agroecológica en sistemas de producción hortícolas familiares del Partido de La Plata, Buenos Aires, Argentina. **Revista de la Facultad de Agronomía La Plata**, Buenos Aires, v.114, n.1, p.52-66. 2015.

GONÇALVES, Manuel Souteiro. **Gestão de resíduos orgânicos**. Cascais: Principia Publicações Universitárias e Científicas, 2005.

HOOFF, Bart van; MONROY, Néstor; SAER, Alex. **Producción más limpia**: paradigma de gestión ambiental. Bogotá: Alfaomega Colombiana, 2008.

HORTA, Maria do Carmo. Comportamento do fósforo nos agroecossistemas. In: CICLO DE CONFERÊNCIAS - CONSELHO TÉCNICO CIENTÍFICO: TEMAS ATUAIS DE INVESTIGAÇÃO, 1., 2012, Castelo Branco. **Anais...** Castelo Branco: Instituto Politécnico Castelo Branco, 2012. p.3-6.

JADOSKI, Sidnei Osmar *et al.* Características da lixiviação de nitrato em áreas de agricultura intensiva, **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v.3, n.1, p.193-200, jan./abr. 2010.



KERBER, Marines; ABREU, Lucimar Santiago de. Trajetórias de transição dos produtores de base ecológica de Ibiúna/SP e indicadores sociais de sustentabilidade. **Sociedade e Desenvolvimento Rural**, Brasília, v.4, n.1, p.1-37, jun. 2010.

LOPES, Paulo Rogério; LOPES, Keila Cássia Santos Araújo. Sistemas de produção de base ecológica: a busca por um desenvolvimento rural sustentável. **Revista Espaço de Diálogo e Desconexão**, Araraquara, v.4, n.1, jul./dez. 2011.

NETO, Geraldo Cardoso Oliveira; SHIBAO, Fábio, Ytoshi; FILHO, Moacir Godinho. The state of research on cleaner production in Brazil. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v.56, n.5, p.547-577, set./out. 2016.

PIMENTA, Handson Claudio Dias; GOUVINHAS, Reidson Pereira. A produção mais limpa como ferramenta da sustentabilidade empresarial: um estudo no estado do Rio Grande do Norte. **Produção**, São Paulo, v.22, n.3, p.462-476, mai./ago. 2012.

RODRIGUES, Renata Gonçalves; PADILHA, Ana Claudia Machado; MATTOS, Paloma de. Princípios da produção mais limpa na cadeia produtiva do biodiesel: análise da indústria de óleo vegetal e usina de biodiesel. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Rio de Janeiro, n.20, p.1-11, jun. 2011.

SANTOS, Christiane Fernandes dos Santos *et al.* A agroecologia como perspectiva de sustentabilidade na agricultura familiar. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v.17, n.2, p.33-52, abr./jun. 2014.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. **Produção mais Limpa em Padarias e Confeitarias**. Porto Alegre: Centro Nacional de Tecnologias Limpas, SENAI-RS, 2007.

SIQUEIRA, Halloysio Miguel de *et al.* Transição agroecológica e sustentabilidade dos agricultores familiares do Território do Caparaó-ES. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v.5, n.2, p.247-263, dez. 2010.

WEIHS, Gerhard; WEISSEL, Wolfgang. **ECOPROFIT - Profits from Cleaner Production**: Project Replication Guideline. Austria: Centric Austria International, 2005.

Submetido em: **21/08/2019**

Aceito em: **21/07/2020**