

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel**  
**Programa de Pós-graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar**



**Tese**

**Implantação de Programa de Produção mais Limpa como contribuição à sustentabilidade em propriedade agrícola familiar de base ecológica**

**Endrigo Pino Pereira Lima**

**Pelotas, 2014**

**Endrigo Pino Pereira Lima**

**Implantação de Programa de Produção mais Limpa como contribuição à sustentabilidade em propriedade agrícola familiar de base ecológica**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar da Universidade Federal de Pelotas como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agronomia

Orientador: Prof. Dr Hélivio Debli Casalinho

Pelotas, 2014

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação na Publicação

L732i Lima, Endrigo Pino Pereira

Implantação de programa de produção mais limpa como contribuição à sustentabilidade em propriedade agrícola familiar de base ecológica / Endrigo Pino Pereira Lima ; Hélyvio Debli Casalinho, orientador. — Pelotas, 2014.

96 f. : il.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2014.

1. Agricultura familiar. 2. Agricultura ecológica. 3. Prevenção a poluição. 4. Produção mais limpa. 5. Sustentabilidade. I. Casalinho, Hélyvio Debli, orient. II. Título.

CDD : 630.2577

**Endrigo Pino Pereira Lima**

**Implantação de Programa de Produção mais Limpa como contribuição à sustentabilidade em propriedade agrícola familiar de base ecológica**

Tese aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Doutor em Agronomia, Programa de Pós-graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 08/01/2014

Banca Examinadora:

.....  
Prof. Dr. Hélio Debli Casalinho (Orientador)  
Doutor em Ciências - Universidade Federal de Pelotas/Brasil

.....  
Prof. Dra. Ana Claudia Rodrigues de Lima  
Doutora em Qualidade do Solo - Wageningen University/Holanda

.....  
Prof. Dr. Lúcio André de Oliveira Fernandes  
Doutor em Development Policy and Management-University of Manchester/Inglaterra

.....  
Prof. Dr. Wagner David Gerber  
Doutor em Ciências Ambientais - Universidade de Léon/Espanha

Dedicado a Letícia, Manuela e Pedro,  
sem os quais nada faz sentido.

## **Agradecimentos**

Em especial ao meu orientador, Prof. Hélvio, pelo companheirismo, pela simplicidade e por acreditar na proposta deste trabalho.

A família de agricultores da propriedade, por disponibilizarem sua propriedade e por me receberem em sua casa de forma tão carinhosa e gentil.

Ao Campus Pelotas do Instituto Federal Sul-rio-grandense por proporcionar minha liberação para a realização deste trabalho.

E por fim a minha família, pela paciência, incentivo e amparo nas horas mais difíceis.

*“Uma pessoa inteligente resolve um problema, um sábio o previne.”*

*(Albert Einstein)*

*O questionamento constante é uma grande fonte de crescimento. E o crescimento, por sua vez, é uma fonte de satisfação.*

*(Bernardo Rocha de Rezende)*

## Resumo

LIMA, Endrigo Pino Pereira. **Implantação de Programa de Produção mais Limpa como contribuição à sustentabilidade em propriedade agrícola familiar de base ecológica**. 2014. 95 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

Atualmente as atenções do mundo inteiro estão voltadas para a temática do desenvolvimento sustentável, em particular para a questão da produção de alimentos necessária para atender a demanda da crescente população mundial. É notório que o atual modelo de produção agrícola de alimentos é insustentável no tempo e no espaço, o que tem provocado o surgimento de sistemas de agricultura mais sustentáveis, baseados nos preceitos da agroecologia. A produção mais limpa se propõe a avaliar os processos produtivos, integrando aspectos técnicos, econômicos e ambientais, com o objetivo de identificar oportunidades de racionalização do consumo de recursos naturais, com consequente redução da geração de resíduos. Os conceitos e aparatos metodológicos da produção mais limpa relacionam-se com as bases teóricas do processo de transição para modelos agrícolas mais sustentáveis, no momento em que se orientam por princípios preventivos, como a redução e eliminação do uso de insumos não renováveis, o desenvolvimento de tecnologias poupadoras de insumos e de formas de agricultura menos dependentes de recursos ambientais escassos. Este trabalho teve por objetivo analisar as contribuições da implantação de um programa de produção mais limpa na melhoria da sustentabilidade de uma propriedade agrícola familiar de base ecológica. Para tanto o trabalho foi estruturado em três fases: implantação do programa de produção mais limpa, análise da metodologia de implantação e análise das contribuições na sustentabilidade da propriedade. Os estudos de caso implantados traduziram-se em melhorias de ordem ambiental, social e econômica na propriedade, comprovando desta forma que a implantação do programa de produção mais limpa contribuiu para a melhoria da sustentabilidade da propriedade. Foi evidenciada uma convergência conceitual e metodológica entre o programa e o processo de transição para sistemas agrícolas de base ecológica, sendo possível inferir que a produção mais limpa pode ser uma ferramenta útil, prática e dinâmica no processo de transição agroecológica de propriedades agrícolas familiares.

Palavras-chave: Agricultura familiar; Agricultura ecológica; Prevenção a Poluição; Produção mais Limpa; Sustentabilidade.



## **Abstract**

LIMA, Endrigo Pino Pereira. **Implementation of Cleaner Production Programme as a contribution to sustainability in family farm property of ecological base.** 2014. 95 f. Thesis (Doctorate in Agronomy) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

Currently the attentions of the world are focused on the theme of sustainable development, in particular to the issue of food production required to meet the demand of the growing world population. It is clear that the current model of agricultural food production is unsustainable in time and space, which has led to the emergence of more sustainable farming systems based on the principles of agroecology. Cleaner production aims to evaluate production processes, integrating technical, economic and environmental aspects, in order to identify opportunities to rationalize the consumption of natural resources, with consequent reduction of waste generation. The concepts and methodological apparatus of cleaner production are related to the theoretical foundations of the transition to more sustainable agricultural models, guided by preventive principles such as reducing and eliminating the use of non-renewable inputs, the development of technologies that save inputs and forms of agriculture less dependent on scarce environmental resources. This study aimed to analyze the contributions of deploying a cleaner production program in improving the sustainability of a family farm property of ecological base. For both the work was structured in three phases: implantation of cleaner production programme, analysis of the methodology of implantation and analysis of contributions to sustainability of the property. Case studies implemented have resulted in improvements of environmental, social and economic order on the property, proving thus that the implantation of cleaner production programme contributed to improving the sustainability of the property. Was evidenced a conceptual and methodological convergence between the program and the process of transition to ecological agricultural systems, being possible to infer that the cleaner production can be a useful, practice and dynamics tool in the transition process of agroecological farms family.

**Keywords:** Family farming; Ecological agriculture; Pollution prevention; Cleaner production; Sustainability.

## Lista de Figuras

Figura 1	Etapas da transição de sistema agrícola convencional para sistema agroecológico. ....	24
Figura 2	Diferenças entre as abordagens corretiva e preventiva. ....	28
Figura 3	Níveis de aplicação da PmaisL. ....	29
Figura 4	Exemplos de modificações em função das estratégias de aplicação da PmaisL.....	30
Figura 5	Resumo das etapas de implantação do programa de PmaisL. ....	31
Figura 6	Processo de produção de pão integral – antes e depois da PmaisL. ....	49
Figura 7	Associação entre alternativas de PmaisL (redução na fonte) e etapas de transição agroecológica. ....	57

## Lista de Tabelas

Tabela 1	Indicadores do estudo de caso 1 antes e depois da PmaisL.....	47
Tabela 2	Benefícios ambientais da implantação do estudo de caso 1.....	48
Tabela 3	Benefício econômico anual do estudo de caso 1. ....	48
Tabela 4	Indicadores do estudo de caso 2 antes e depois da PmaisL.....	50
Tabela 5	Redução do consumo de insumos no estudo de caso 2. ....	50
Tabela 6	Benefício econômico anual do estudo de caso 2. ....	50
Tabela 7	Indicadores do estudo de caso 3 antes e depois da PmaisL.....	51
Tabela 8	Benefício econômico anual do estudo de caso 3. ....	52
Tabela 9	Balanço de NPK no solo para a produção de milho com e sem o aporte de fertilizante organomineral.....	53
Tabela 10	Indicadores do estudo de caso 4 antes e depois da PmaisL.....	53
Tabela 11	Benefício econômico anual do estudo de caso 4. ....	53
Tabela 12	Indicadores do estudo de caso 5 antes e depois da PmaisL.....	54
Tabela 13	Benefício econômico anual do estudo de caso 5. ....	55
Tabela 14	Principais dificuldades e soluções encontradas na implantação do Programa de PmaisL. ....	55
Tabela 15	Classificação das alternativas de PmaisL utilizadas nos estudos de caso. ....	58
Tabela 16	Redução de impactos ambientais decorrente da implantação dos estudos de caso de PmaisL. ....	60
Tabela 17	Dados econômicos dos estudos de caso de PmaisL. ....	61
Tabela 18	Influência dos estudos de caso nos indicadores da dimensão social.....	62

## Sumário

<b>1 Introdução .....</b>	<b>15</b>
<b>2 Revisão da Literatura .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 Agricultura familiar .....</b>	<b>17</b>
<b>2.2 Sustentabilidade e Agricultura sustentável.....</b>	<b>18</b>
<b>2.3 Agroecologia e Transição agroecológica .....</b>	<b>22</b>
<b>2.4 Prevenção da poluição .....</b>	<b>25</b>
<b>2.4.1 Histórico e Conceituação .....</b>	<b>25</b>
<b>2.4.2 Metodologia de implantação de PmaisL .....</b>	<b>31</b>
<b>2.4.2.1 Etapa 1 - Planejamento e organização .....</b>	<b>31</b>
<b>2.4.2.2 Etapa 2 - Pré-avaliação .....</b>	<b>32</b>
<b>2.4.2.3 Etapa 3 - Avaliação .....</b>	<b>32</b>
<b>2.4.2.4 Etapa 4 - Estudos de viabilidade .....</b>	<b>33</b>
<b>2.4.2.5 Etapa 5 - Implantação .....</b>	<b>33</b>
<b>2.5 PmaisL: uma ferramenta para transição agroecológica em     propriedades agrícolas familiares .....</b>	<b>34</b>
<b>3 Material e Métodos.....</b>	<b>36</b>
<b>3.1 Implantação do programa de PmaisL .....</b>	<b>37</b>
<b>3.1.1 Planejamento e organização .....</b>	<b>37</b>
<b>3.1.2 Pré-avaliação .....</b>	<b>37</b>
<b>3.1.2.1 Elaboração dos fluxogramas de processo .....</b>	<b>37</b>
<b>3.1.2.2 Avaliação de entradas e saídas .....</b>	<b>37</b>
<b>3.1.2.3 Seleção do foco da avaliação de PmaisL .....</b>	<b>38</b>
<b>3.1.3 Avaliação .....</b>	<b>39</b>
<b>3.1.4 Estudo de viabilidade .....</b>	<b>40</b>

3.1.4.1 Análise preliminar .....	40
3.1.4.2 Análise técnica .....	40
3.1.4.3 Análise ambiental .....	40
3.1.4.4 Análise econômica .....	40
3.1.5 Implantação .....	41
3.2 Análise da Metodologia de implantação da PmaisL .....	42
3.3 Contribuição da PmaisL na Sustentabilidade da propriedade .....	42
4 Resultados e Discussão .....	44
4.1 Processo de implantação da metodologia .....	44
4.2 Estudos de caso de PmaisL .....	46
4.2.1 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 .....	46
4.2.1.1 Descrição .....	46
4.2.1.2 Indicadores .....	47
4.2.1.3 Benefício ambiental .....	48
4.2.1.4 Benefício econômico .....	48
4.2.2 Estudo de caso 2 - Redução da geração de resíduo incorporado ao pão integral pela padronização do peso do produto .....	48
4.2.2.1 Descrição .....	48
4.2.2.2 Indicadores .....	50
4.2.2.3 Benefício ambiental .....	50
4.2.2.4 Benefício econômico .....	50
4.2.3 Estudo de caso 3 – Eliminação da geração de subproduto de rapadura de leite e de amendoim pela adequação das formas .....	51
4.2.3.1 Descrição .....	51
4.2.3.2 Indicadores .....	51
4.2.3.3 Benefício ambiental .....	52
4.2.3.4 Benefício econômico .....	52
4.2.4 Estudo de caso 4 – Substituição de fertilizante organomineral por fosfato natural na adubação de milho .....	52
4.2.4.1 Descrição .....	52
4.2.4.2 Indicadores .....	53

4.2.4.3 Benefício Ambiental.....	53
4.2.4.4 Benefício econômico .....	53
4.2.5 Estudo de caso 5 – Redução do consumo de energia elétrica no forno elétrico pela adaptação do forno a lenha .....	54
4.2.5.1 Descrição.....	54
4.2.5.2 Indicadores.....	54
4.2.5.3 Benefício ambiental .....	54
4.2.5.4 Benefício econômico .....	55
4.3 Análise e customização da metodologia de PmaisL para transição agroecológica.....	55
4.3.1 Dificuldades e soluções encontradas.....	55
4.3.2 Customização da metodologia de PmaisL para transição agroecológica .....	56
4.4 Análise da contribuição da PmaisL na sustentabilidade da propriedade .....	58
4.4.1 Análise global.....	58
4.4.2 Dimensão ambiental .....	59
4.4.3 Dimensão econômica .....	61
4.4.4 Dimensão social.....	61
5 Considerações Finais.....	64
Referências.....	65
Apêndices.....	69
Apêndice A – Folhas de Trabalho – Exemplo de Plano de Medições .....	70
Apêndice B – Folhas de Trabalho – Análise quantitativa de entradas e saídas antes da PmaisL.....	71
Apêndice C – Folhas de Trabalho – Categorias do subproduto, resíduo, efluente ou emissão.....	77
Apêndice D – Folhas de Trabalho – Exemplo de Ficha de controle de indicadores .....	78
Apêndice E – Estudo de Viabilidade Econômica - Memória de cálculo e Fluxos de caixa .....	79
Apêndice F – Folhas de Trabalho – Análise quantitativa de entradas e saídas depois da PmaisL.....	89

<b>Apêndice G – Memória de cálculo dos indicadores .....</b>	<b>93</b>
<b>Apêndice H – Respostas da entrevista .....</b>	<b>96</b>

## **1 Introdução**

Quando se fala em desenvolvimento sustentável, é inevitável que se polemize a questão da produção de alimentos, pois além da necessidade de alimentar a crescente população mundial, há de se reduzir os impactos ambientais causados em função do atual modelo de produção agrícola, repensando os recorrentes problemas de saúde pública que têm origem em alimentos nem sempre seguros e saudáveis.

O atual modelo de desenvolvimento rural e de agricultura convencional, baseado nos preceitos da Revolução Verde, é insustentável no tempo, dada sua grande dependência de recursos não renováveis e limitados (LOPES; LOPES, 2011). Quando se fala aqui de agricultura sustentável, estão sendo mencionados estilos de agricultura de base ecológica que atendam a requisitos de solidariedade entre as gerações atuais e destas para com as futuras gerações, corroborando com as premissas do Desenvolvimento Sustentável.

A idéia de sustentabilidade na agricultura preconiza que os recursos utilizados tenham ciclos materiais e energéticos os mais fechados possíveis nos agroecossistemas e que produzir utilizando insumos alternativos gerados na própria propriedade não só oferece produtos mais saudáveis, mas também evita a poluição ambiental, preserva recursos naturais e reduz a dependência de insumos originados no petróleo (MOREIRA; CARMO, 2004; SILVA et al., 2008).

A sustentabilidade agrícola deve ser alcançada contemplando-se as dimensões ambiental, social e econômica, e para tanto devem se utilizadas ferramentas que possibilitem uma avaliação sistêmica e integrada dos agroecossistemas e não por aquelas que foram causadoras da insustentabilidade do atual modelo hegemônico de agricultura.



O conceito de Produção mais Limpa surgiu com o propósito de reduzir impactos ambientais, tendo como preceitos o uso eficiente e a conservação dos recursos ambientais e o respeito aos limites da capacidade do ambiente em assimilar resíduos, efluentes e emissões.

De acordo com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (2003a), a produção mais limpa preocupa-se em reduzir o consumo de recursos naturais a partir da melhoria da eficiência dos processos produtivos. A implantação de um programa de produção mais limpa é realizada através de uma avaliação técnica, econômica e ambiental de um processo produtivo com o objetivo de identificar oportunidades de racionalização do consumo de matérias-primas, água e energia e de eliminação ou redução na geração de resíduos, efluentes e emissões.

A origem do programa de produção mais limpa se deu na indústria, estando desta forma o *Know-how* existente concentrado no setor industrial. Nos últimos anos houve um grande interesse do setor de comércio e serviços pelo tema, porém o setor primário ainda tem poucas experiências de implantação deste programa.

Os relatos sobre implantação de programas de Produção mais Limpa no setor agrícola são escassos, notadamente em sistemas de produção familiar de base ecológica. A produção mais limpa, enquanto estratégia de prevenção ambiental apresenta-se como uma importante possibilidade de utilização como ferramenta na transição de sistemas agrícolas convencionais em sistemas de produção de base ecológica, tornando o processo e, conseqüentemente, o tempo para essa transição, mais racional e adequado.

Este trabalho teve por objetivo geral analisar as contribuições da implantação de um programa de produção mais limpa na melhoria da sustentabilidade de uma propriedade agrícola familiar de base ecológica.

A seguir são relacionados os objetivos específicos:

- Realizar a implantação do programa de produção mais limpa segundo a metodologia preconizada pela United Nations Industrial Development Organization – UNIDO e pela United Nations Environment Programme - UNEP;
- Analisar a metodologia de implantação do programa especificamente numa unidade de produção de base familiar e em transição agroecológica;
- Analisar a contribuição da PmaisL para as dimensões social, econômica e ambiental da sustentabilidade da propriedade.

## **2 Revisão da Literatura**

### **2.1 Agricultura familiar**

O conceito de produção ou agricultura familiar ainda é polêmico, porém alguns pressupostos são recorrentes na literatura, a saber: a diversidade de manifestações e particularidades; a ótica da continuidade – redefinições de formas, valores e tradições; a família como proprietária, trabalhadora e produtora (BERTOLLO, 2002).

Segundo Brasil (2006), considera-se agricultor familiar aquele que pratica atividades no meio rural, atendendo a requisitos como:

- utilização predominante de mão-de-obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento;
- renda familiar predominantemente originada de atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento;
- direção do seu estabelecimento em conjunto com a sua família.

O segmento familiar da agricultura brasileira, ainda que muito heterogêneo, responde por importante parcela da produção agropecuária nacional, apresentando, em importantes atividades, inter-relações estreitas com os segmentos industriais e de serviços, o que implica uma importante participação na produção total gerada pelo agronegócio brasileiro (GUILHOTO, 2007).

Segundo Kerber e Abreu (2010), o Brasil conta com 889.000 ha de terras em produção orgânica, produzindo frutas, hortaliças, cereais, café, mel, leite, carnes, soja, palmito, açúcar e frango. Esta área representa 0,25% da área agricultável total, ocupada por 19.000 propriedades que desenvolvem agricultura de base ecológica certificada. Segundo esses autores, o grupo social dessas propriedades é formado basicamente por agricultores familiares e por empresas que produzem para exportação.

De acordo com Lopes e Lopes (2011), a agricultura familiar representa a imensa maioria de produtores rurais no Brasil, detendo 20% das terras e respondendo por 30% da produção nacional, chegando a ser responsável por 60% da produção total de produtos básicos da dieta do brasileiro, como feijão, arroz, milho, hortaliças, mandioca e pequenos animais.

Dentro do universo da agricultura familiar, atenta-se para o particular recorte da produção de alimentos, no qual o processamento agroecológico pode constituir-se em mais um elemento de fortalecimento da agricultura familiar, gerando renda, reduzindo custos econômicos e impactos sócio-ambientais (NETO; OLIVEIRA, 2010).

## **2.2 Sustentabilidade e Agricultura sustentável**

Segundo Miller (2008), enfrentamos uma série de problemas conjuntos envolvendo o ambiente e os recursos naturais, causados por: crescimento populacional, utilização não sustentável dos recursos naturais, exclusão dos custos ambientais de produtos e serviços nos preços de mercado e tentativas de lidar com a natureza, simplificando-a sem dispor de conhecimentos suficientes sobre seu funcionamento.

A existência destes problemas deriva na degradação ambiental, que para Gorgonio e Nogueira (2001), trata-se de um processo gradual de alteração negativa do meio ambiente resultante de atividades humanas diversas, podendo ocasionar desequilíbrio e destruição, parcial ou total, dos ecossistemas.

Segundo Guimarães e Feichas (2009), na Conferência de Estocolmo em 1972, foi que pela primeira vez, chamou-se atenção para os impactos negativos do processo de desenvolvimento no meio ambiente, sendo colocada a existência de outras dimensões do desenvolvimento, para além da dimensão econômica. A definição de desenvolvimento sustentável ficou consagrada em 1987 no Relatório Brundtland e envolve o atendimento das necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer suas próprias. Para Oliveira et al. (2009), a solução dos problemas de degradação ambiental e a promoção do uso consciente dos recursos naturais se dará no ajuste entre as políticas ambientais e econômicas.

O desenvolvimento sustentável pode ser entendido como um modo de desenvolvimento que não prejudica o desenvolvimento futuro no momento em que considera aceitáveis os processos de modificação do meio ambiente, a partir de

critérios pré-estabelecidos. O desenvolvimento futuro dependerá fundamentalmente da capacidade do meio ambiente de assimilar impactos negativos e regenerar suas funções naturais, necessitando desta forma de medidas que reduzam o uso de recursos e as alterações dessas funções (BARBIERI; SILVA, 2011).

Segundo Ávila e Monte-Mór (2011), com o desenvolvimento tecnológico, o homem elevou as quantidades de energia e matéria transformadas através do processo econômico e passou também a modificar as condições naturais que dão suporte à vida, alterando os fluxos de matéria e energia na natureza e as condições ecológicas que dariam sustentabilidade ao processo de produção de bens para o consumo humano.

Um processo é tido como insustentável quando debilita as entradas e saídas de recursos ambientais e sociais do qual depende ou que outro processo dependa, causando uma infração na disponibilidade de recursos, de uma maneira ou outra. Ao contrário, um processo sustentável é aquele realizado com os mínimos efeitos colaterais possíveis. Um processo torna-se crescentemente sustentável, tão logo o conjunto de processos insustentáveis seja progressivamente reduzido e a lacuna da sustentabilidade progressivamente fechada (DIAS; PEDROZO; SILVA, 2011).

Muitas definições de sustentabilidade incluem conceitos relacionados com as dimensões ambiental, econômica e social, havendo uma estreita interdependência entre elas, devendo ser tratadas com o mesmo grau de importância. A sustentabilidade ambiental se refere a estabilidade do ambiente e dos recursos naturais; a econômica se traduz numa rentabilidade estável no tempo; a dimensão social está associada a idéia de que a gestão e a organização do sistema são compatíveis com os valores éticos e culturais do grupo envolvido e da sociedade (FERRAZ, 2003).

Neste cenário é agregada a premissa ética (princípio da equidade), trabalhada a parte da dimensão social por algumas correntes, pela qual se afirma que cada pessoa (incluindo as gerações futuras) tem direito ao mesmo espaço ambiental. Como espaço ambiental entende-se as quantidades de energia, água, território e matéria prima não renováveis que podem ser usados de maneira sustentável, indicando quanto de ambiente uma pessoa, uma nação ou um continente dispõem para viver, produzir e consumir sem superar os limites da sustentabilidade (MANZINI; VEZZOLI, 2002).

Para Sachs (2007), a multidimensionalidade da sustentabilidade é composta por aspectos sociais, culturais, ecológicos, ambientais, econômicos, políticos, entre outros. Vale destacar que a dimensão cultural diz respeito ao equilíbrio entre tradição e inovação, capacidade de independência para produção de um projeto integrado e endógeno e autoconfiança combinada com relações abertas para o mundo.

Ferraz (2003), afirma que as interpretações convencionais de sustentabilidade agrícola costumam confundi-la com perdurabilidade da produção e máximo rendimento, quando na verdade está relacionada com a capacidade de um agroecossistema (ecossistema com exploração agrícola) de manter sua produção através do tempo, na ocorrência de repetidas restrições ecológicas e pressões sócio-econômicas. Afirma ainda que, enquanto a sustentabilidade econômica é medida após uma série de safras, a avaliação da sustentabilidade ecológica deveria ser conduzida numa escala de tempo maior.

A agricultura sustentável procura atingir a viabilidade econômica em longo prazo, a valorização ambiental e a responsabilidade social de forma integrada. A gestão agrícola tem de ser apoiada numa profunda compreensão dos agroecossistemas dos quais dependemos para a nossa sobrevivência, sendo fundamental englobar neste processo todas as dimensões da exploração agrícola, de forma a permitir o desenvolvimento e a melhoria da qualidade de vida das pessoas (LOPES; CASTANHEIRA; FERREIRA, 2005).

Segundo Altieri (2009), para enfatizar a sustentabilidade ecológica de um agroecossistema em longo prazo, e não a produtividade no curto prazo, um sistema de produção deve:

- a) reduzir o uso de energia e recursos e regular a entrada total de energia de modo que a relação entre saídas e entradas (output/input) seja alta;
- b) reduzir as perdas de nutrientes detendo a lixiviação, o escoamento e a erosão, e melhorando a reciclagem de nutrientes;
- c) sustentar um excedente líquido desejável, preservando os recursos naturais, isto é, minimizando a degradação do solo.

Siqueira et al. (2010) aponta que o processo de modernização ocorrido na chamada “Revolução Verde”, passou a gerar impactos socioeconômicos e ambientais negativos, como: a dependência de insumos industriais e o aumento dos custos monetários de produção; a concentração fundiária e a sobrevalorização da

terra; a proletarização e o êxodo rural, decorrentes da modernização; as intoxicações e a poluição ambiental devida aos agrotóxicos e o controle do germoplasma das variedades antigas por empresas transnacionais.

A partir da década de 50, quando se iniciou a “Revolução Verde”, observaram-se profundas mudanças no processo tradicional de produção agrícola, onde novas tecnologias, muitas delas baseadas no uso extensivo de agentes químicos e na automação das lavouras, foram disponibilizadas aos agricultores com o objetivo de aumentar a produtividade nos campos (RIBAS; MATSUMURA, 2009).

De acordo com Lopes e Lopes (2011), o sistema convencional de manejo agrícola utilizado atualmente é caracterizado pela artificialização e simplificação dos agroecossistemas, sendo altamente dependente de insumos externos a propriedade (pesticidas, fertilizantes minerais de alta solubilidade, máquinas e combustíveis), o que ocasiona um severo desequilíbrio ecológico e tende a alterar os processos de auto-regulação de pragas e doenças, diminuindo o poder de recuperação dos agroecossistemas frente às adversidades climáticas e fitossanitárias. Desta forma este modelo de produção agrícola, causador de diversos impactos negativos, é insustentável no tempo, dada sua grande dependência de recursos não renováveis e limitados.

De acordo com Siqueira et al. (2010), a agricultura convencional se caracteriza pelo uso intensivo do fator capital para aumentar a produtividade da terra e do trabalho, através da adoção de variedades de plantas geneticamente melhoradas, monoculturas, insumos e máquinas de origem industrial, dependentes do petróleo como matriz energética, exigindo uma constante intervenção do homem para se manter razoavelmente produtiva. Este modelo de agricultura, baseada nos preceitos da “Revolução Verde” está sendo repensado em função de um modelo fundamentado na agroecologia, que busca harmonizar a produção agrícola com a proteção ao meio ambiente.

Para Agustini (2009), a indústria de insumos agrícolas, no padrão produtivo vigente, causa graves danos ambientais e as pressões que recebe indicam alterações na sua forma de produzir, afirmando que estão abertos os caminhos para mudanças na forma de se produzir na agricultura.

### 2.3 Agroecologia e Transição agroecológica

A busca pela sustentabilidade no campo, o chamado Desenvolvimento Rural Sustentável está alicerçado na construção de agroecossistemas mais sustentáveis. A Agroecologia, como ciência é capaz de fornecer as bases teóricas orientadoras deste processo (LOPES; LOPES, 2011).

A agroecologia surgiu no final dos anos 70 como uma resposta as primeiras manifestações da crise ecológica no campo, reivindicando a vinculação essencial existente entre solo, planta, animal e homem (CASADO; MOLINA; GUZMAN, 2000).

A agroecologia pode ser definida como a aplicação de conceitos e princípios ecológicos para o *design* de agroecossistemas mais sustentáveis, minimamente dependentes de agroquímicos e uso de energia externa, complexificando os sistemas agrícolas onde as interações ecológicas e sinergismos biológicos permitam a manutenção da fertilidade do solo, produtividade e proteção das culturas. O objetivo desta ciência é projetar agroecossistemas com a estrutura e a função dos ecossistemas naturais, onde o manejo deve otimizar a ciclagem de nutrientes e matéria orgânica, fechar fluxos energéticos, conservar água e solo e balancear as populações de insetos e inimigos naturais, ampliando os sinergismos de combinações variadas de culturas, árvores e animais, tanto no espaço como no tempo (SANGUINETTO, 2012).

Para Neto e Oliveira (2010), a Agroecologia estabelece as bases para a construção de estilos de agricultura sustentável, a partir de três dimensões principais. A dimensão ecológica aborda a manutenção e recuperação da base de recursos naturais, incluindo a qualidade do solo, a biodiversidade, os mananciais hídricos e outros recursos naturais, considerando fundamental a reciclagem energética e material. A econômica busca a independência crescente em relação a fatores externos (energia, insumos e serviços), sendo necessário compatibilizar a relação entre produção agropecuária e consumo de energias não renováveis, valorizando práticas como o autoconsumo. Por fim, a dimensão social refere-se à distribuição e acesso aos produtos gerado nos agroecossistemas, em bases renováveis, devendo ser equitativamente apropriados e usufruídos pelos diversos segmentos da sociedade.

Almeida e Abreu (2009), indicam que a agricultura de base ecológica contempla uma diversidade de estilos de agricultura mais sustentáveis, como:

agricultura natural, biodinâmica, regenerativa, orgânica, permacultura e agroflorestas.

O aumento da consciência ecológica na década de 80 fez com que a agricultura de base ecológica ganhasse força, passando a ser defendida por produtores, consumidores e governos, aumentando a aceitabilidade dos produtos orgânicos no mercado. Alguns fatores que limitam o crescimento da demanda dos produtos orgânicos são: oferta inferior à demanda, tornando os preços dos produtos orgânicos muito maiores que os preços dos produtos não orgânicos; falta de regularidade da oferta de produtos orgânicos durante o ano; pouca diversidade de alimentos orgânicos e poucas campanhas para esclarecimentos (SMOLINSKI; GUERREIRO; RAIHER, 2011).

Observa-se, porém, que os chamados produtos orgânicos nem sempre são obtidos de um modelo agrícola fundamentado nos princípios da Agroecologia, já que parte deles está orientado quase que exclusivamente aos nichos de mercado, relegando a um segundo plano as dimensões ecológicas e sociais. Isso fica claro quando analisamos o desenvolvimento das Agriculturas Ecológicas “de mercado”, onde são observados aspectos como: simplificação dos manejos, especialização da produção sobre poucos produtos, simples substituição de insumos químicos e biológicos e exígua preocupação com a inclusão social de agricultores mais pobres (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2006).

Para Kerber e Abreu (2010), o processo de transição de sistemas agrícolas convencionais para sistemas de produção agroecológica é gradual e multilinear, ocorrendo nas formas de manejo dos agroecossistemas, tendo como meta a substituição de um modelo agroquímico de produção por estilos de agriculturas que incorporem princípios e tecnologias de base ecológica. Por depender da intervenção humana, este processo implica não somente na busca de uma maior racionalização econômico-produtiva do agroecossistema, mas também numa mudança nas atitudes e valores dos atores sociais em relação ao manejo e conservação dos recursos naturais.

Este processo de transição pode ocorrer em quatro fases (figura 1), consistindo de (1) retirada progressiva de produtos químicos; (2) racionalização e melhoria da eficiência no uso de agroquímicos por meio do manejo integrado de pragas e de nutrientes; (3) substituição de insumos, utilizando tecnologias



alternativas e de baixo consumo de energia; (4) replanejamento do sistema agrícola diversificado visando incluir uma ótima integração plantação/animal (ALTIERI, 2009).

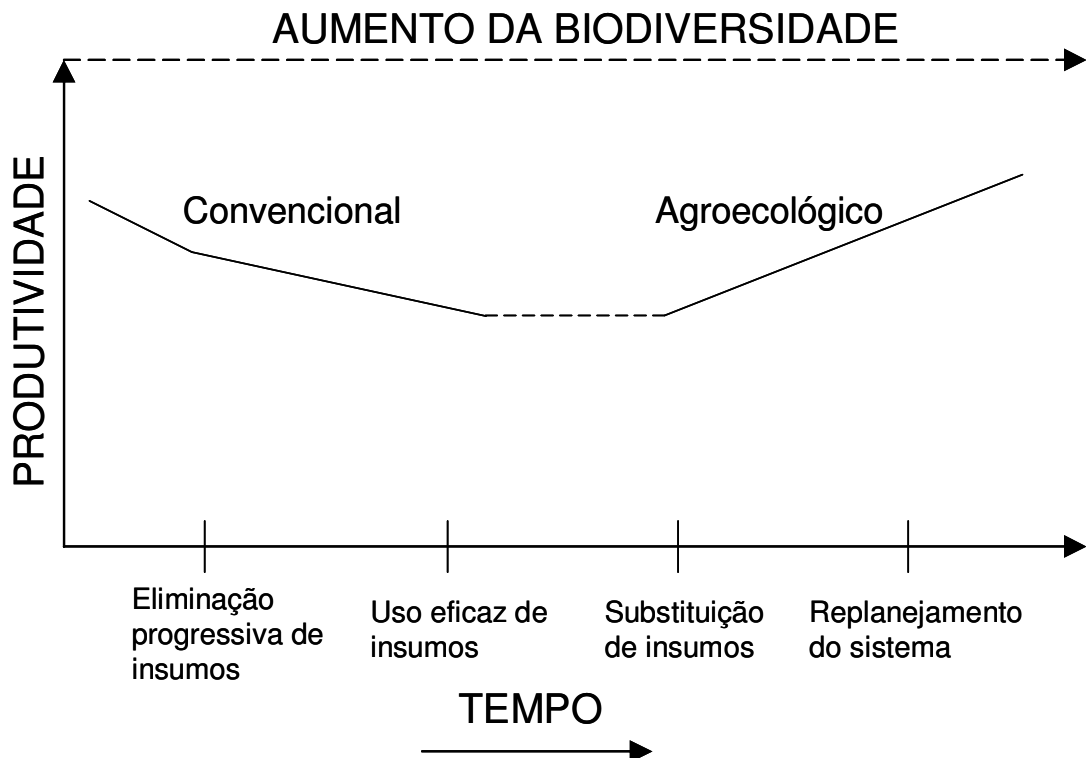


Figura 1 - Etapas da transição de sistema agrícola convencional para sistema agroecológico.  
Fonte: Altieri, 2009.

A retirada progressiva e a racionalização do uso de agroquímicos provocam a redução de impactos ambientais internos e externos a propriedade e a redução dos custos de produção. A substituição de insumos químicos por produtos de origem biológica reduz a níveis mínimos os impactos ambientais, porém somente o replanejamento do agroecossistema com aumento da biodiversidade e da complexidade ecológica eleva o grau de sustentabilidade da propriedade a patamares mais elevados (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2006).

Altieri (2009), ainda relaciona os processos que devem ser assegurados pelo manejo do agroecossistema durante as quatro fases de transição, quais sejam:

- a) aumento da biodiversidade no solo e em sua superfície;
- b) aumento da produção de biomassa e matéria orgânica do solo;
- c) decréscimo de resíduos dos agrotóxicos e da perda de nutrientes e componentes da água;
- d) estabelecimento de relações funcionais entre os variados componentes da propriedade;

e) uso efetivo dos recursos naturais do local e planejamento das sucessões de plantios e combinações entre animais/plantações.

O processo de transição agroecológica precisa se valer da diversidade de estilos de agriculturas e de agricultores, atuando na perspectiva de interiorização de novos procedimentos e hábitos de produção, além de considerar a complexidade e especificidade das relações sociais dos atores envolvidos. A transição para a sustentabilidade agropecuária deve evitar a mera substituição de insumos, considerando também que o manejo do agroecossistema é realizado por um tomador de decisões constituído de sua complexidade social (PACÍFICO; SOGLIO, 2010).

Para Siqueira et al. (2010), se faz urgente desenvolver mais projetos de pesquisa voltados para a redução dos custos e a otimização da produtividade, entre outros aspectos, em consonância com os princípios agroecológicos. A produção e a reciclagem internas de biomassa parecem ser alguns dos pontos-chave a serem trabalhados.

São diversas as fontes de conhecimento que podem amparar processos de transição agroecológica, podendo citar o aprendizado acumulado na prática recente de construção de uma grande variedade de sistemas sustentáveis em diversas condições locais do mundo (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2006).

Os conceitos e aparatos metodológicos relacionados a 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 tecnologias poupadoras de insumos e de formas de agricultura menos dependentes de recursos ambientais escassos (CAPORAL, 2008).

## **2.4 Prevenção da poluição**

### **2.4.1 Histórico e Conceituação**

A prevenção da poluição consiste na utilização de processos, práticas, materiais ou produtos que evitem, reduzam ou controlem a poluição, os quais podem incluir mudanças tecnológicas e de processo, mecanismo de controle, treinamento, uso eficiente e racional de matérias-primas, reciclagem e tratamento. As vantagens do mecanismo de prevenção da poluição incluem a redução de impactos ambientais

adversos, a melhoria da eficiência dos processos e a redução de custos (GORGONIO; NOGUEIRA, 2001).

Para Kiperstok et al. (2002), é possível encontrar várias abordagens de prevenção da poluição concorrentes promovidas no mundo por entidades nacionais e internacionais:

- Prevention Pollution (PP ou P2), divulgada pela EPA (Environmental Protection Agency);
- Produção mais Limpa (PmaisL), desenvolvida pela UNIDO (United Nations for Industrial Development) e UNEP (United Nations Environmental Program);
- Produção Limpa (PL), defendida por organizações ambientalistas e vários centros de Pesquisa e Desenvolvimento;
- Ecoeficiência, desenvolvida pelo WBCSD (World Business Council for Sustainable Development).

A Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) vem atuando como um agente disseminador do programa P2 da EPA, reestruturando em 1997 o programa Controle da Poluição Industrial de São Paulo com base nos conceitos de Prevenção da Poluição. Em 1995, o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI)/Departamento Regional do Rio Grande do Sul foi escolhido pela UNIDO e UNEP para sediar um Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL), visando atuar como agente disseminador das técnicas de Produção mais Limpa (KIPERSTOK et al., 2002).

Segundo o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (2003d), a PmaisL envolve a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva e integrada, nos processos produtivos, nos produtos e nos serviços, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da identificação de oportunidades de produção mais limpa, que possibilitem a não-geração, minimização ou reciclagem dos resíduos gerados, com benefícios ambientais e econômicos para as empresas.

Philippi Jr. e Aguiar (2004), apontam que no fim da primeira metade do século XX, as ações preventivas, corretivas e repressivas para resolução dos problemas ambientais causados pelas empresas e suas atividades não se integravam, sendo tais soluções encaminhadas somente após a ocorrência dos problemas, ou seja, de forma reativa. Nas décadas de 60 e 70, as indústrias passaram a ampliar a aplicação de tecnologias de tratamento de resíduos e emissões, também chamadas de

tecnologias de fim de tubo, pois se preocupavam em eliminar os poluentes somente depois que os mesmos fossem gerados pelo processo.

Para Braga et al. (2005), as medidas corretivas de controle da poluição, embora necessárias, são em geral onerosas e muitas vezes de difícil implantação. Desta forma as medidas preventivas devem ser preferidas e antecipadas na resolução dos problemas ambientais, pois tem custos financeiros menores e são mais eficazes do ponto de vista ambiental. Para Vesilind e Morgan (2011), os atuais métodos de descarte de resíduos perigosos são incrivelmente inadequados, pois simplesmente estes resíduos são armazenados até que uma solução (ou legislação mais rígida) surja.

Os programas de prevenção da poluição, difundidos inicialmente como tecnologias limpas e segurança inerente, foram impulsionados no final de década de 80, principalmente pelos crescentes custos das tecnologias de fim de tubo e pelo aumento das pressões sociais dos movimentos ambientalistas (PHILIPPI JR.; AGUIAR, 2004).

A PmaisL é um sistema de produção que busca a sustentabilidade das fontes renováveis de matérias-primas, a redução do consumo de água e energia, a prevenção da geração de resíduos perigosos na fonte geradora, numa abordagem preventiva, em resposta aos custos adicionais de monitoramento e controle da poluição da abordagem convencional corretiva (DIAS; PEDROZO; SILVA, 2011).

A figura 2 relaciona diferenças entre as abordagens corretiva ('fim de tubo') e preventiva (PmaisL).

Os resíduos, efluentes e emissões gerados nos processos produtivos são o resultado de um aproveitamento incompleto dos insumos utilizados, resultando em perdas econômicas (HOOF; MONROY; SAER, 2008). Segundo a PmaisL os resíduos podem ser classificados quanto às causas de geração dos mesmos, visando identificar desta forma oportunidades de produção mais limpa. As categorias envolvidas nesta classificação são: Matérias primas e insumos não utilizados; Produtos não-comercializados; Impurezas e substâncias secundárias nas matérias-primas; Subprodutos e resíduos inevitáveis; Subprodutos e resíduos não desejados; Materiais auxiliares usados; Substâncias produzidas na partida ou parada de equipamentos e sistemas; Lotes mal produzidos e refugos; Resíduos e materiais de manutenção e reposição; Materiais de manuseio, transporte e estocagem; Materiais de amostragem e análises; Perdas devido à evaporação e emissões; Materiais de

distúrbios operacionais e vazamentos; Materiais de embalagem (SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL, 2003b).

Abordagem 'fim de tubo'	Abordagem PmaisL
O que faço com os resíduos e as emissões existentes? Como posso tratá-los? Quais as formas de me livrar deles?	De onde vêm os resíduos e as emissões? Por que são gerados? Como eliminá-los ou reduzi-los na fonte?
Pretende reação. Busca resolver o problema depois que o mesmo ocorre.	Pretende ação. Busca a origem do problema para evitar sua ocorrência.
Leva a custos adicionais.	Ajuda a reduzir custos.
Os resíduos são controlados através de filtros e unidades de tratamento, tecnologia de reparo e armazenamento.	Prevenção da geração de resíduos, efluentes e emissões na fonte o que evita processos e materiais potencialmente tóxicos.
A proteção ambiental foi introduzida depois que os produtos e processos foram desenvolvidos.	A proteção ambiental é uma parte integrante do <i>design</i> do produto e da engenharia de processo.
Os problemas ambientais são resolvidos a partir de um ponto de vista tecnológico.	A resolução dos problemas ambientais ocorre em todos os níveis e envolvendo a todos.
Proteção ambiental é um assunto para especialistas competentes, que são trazidos de fora da empresa e aumentam o consumo de material e energia.	Proteção ambiental é tarefa de todos, pois é uma inovação desenvolvida dentro da empresa e com isto reduz o consumo de material e energia.
Complexidade dos processos e riscos são aumentados.	Os riscos são reduzidos e a transparência é aumentada.
Proteção ambiental focada no cumprimento da legislação. É o resultado de um paradigma de produção que data de um tempo em que os problemas ambientais ainda não eram conhecidos.	É uma abordagem que cria técnicas e tecnologias de produção para o desenvolvimento sustentável.

Figura 2 - Diferenças entre as abordagens corretiva e preventiva.

Fonte: Adaptado de Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, 2003d.

Para Gonçalves (2005), os resíduos devem ser minimizados ou evitados na fonte, ou seja, nos próprios locais onde são gerados, através de práticas que visem diminuir as quantidades produzidas na sua totalidade e/ou de substâncias potencialmente poluentes. A reutilização consiste na utilização de alguns componentes dos resíduos para fins idênticos ou semelhantes aos da sua utilização original, sem que haja necessidade de alteração de suas características físicas e químicas. Já a reciclagem implica na transformação química ou física de componentes dos resíduos para fins distintos dos da sua utilização original.

De acordo com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (2007), como regra geral, pode-se dizer que, quanto mais próximo à raiz do problema e quanto

menor forem os ciclos, mais eficientes serão as medidas adotadas. Isto se deve, essencialmente, ao fato desta abordagem ajudar a reduzir adicionalmente a quantidade de materiais usados.

As modificações associadas a PmaisL, podem ser classificadas em vários níveis de aplicações de estratégias, de acordo com a figura 3.



Figura 3 - Níveis de aplicação da PmaisL.

Fonte: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, 2007.

As alternativas pertencentes ao nível 1 representam a prioridade da PmaisL, envolvendo a modificação de produtos ou processos, com foco na eliminação ou redução de resíduos, efluentes e emissões na fonte geradora ou ainda eliminação ou redução da toxicidade dos mesmos. Quando a geração de resíduos for inevitável, devemos preferencialmente, reintegrá-los aos processos da própria empresa que os gerou (nível 2 - reciclagem interna). Por fim, no nível 3, quando não existe a possibilidade de aproveitamento interno, são utilizadas as medidas de reciclagem externa, tais como a venda ou doação a quem possa utilizá-los ou até mesmo o tratamento e destinação final adequados (RODRIGUES; PADILHA; MATTOS, 2011).

As alternativas correspondentes a cada nível de aplicação da PmaisL são detalhadas por Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (2003c); Seifert (2011). A figura 4 resume algumas destas modificações.

Nível	Estratégia de aplicação	Exemplos de modificações
1 (redução na fonte)	Produto	Diversificação da produção, incorporando novos produtos.
	Processo – Boas práticas de PmaisL	Mudança na taxa de aplicação de fertilizantes; estocagem adequada de insumos agrícolas; conscientização e treinamento; manutenção preventiva de implementos agrícolas.
	Processo – substituição de matérias-primas	Substituição de insumos químicos por fertilizantes e resíduos orgânicos; troca de fornecedores; uso de insumos com menos impurezas ou maior rendimento.
	Processo – mudança tecnológica	Utilização de ferramentas de agricultura de precisão; utilização de energia solar para aquecimento de água; plantio direto.
2	Reciclagem interna	Utilização de resíduos agrícolas na adubação e para geração de energia.
3	Reciclagem externa	Vendas, doações ou permutas para utilização dos resíduos em outra empresa.
	Ciclos biogênicos	Compostagem; aplicação de lodo no solo; tratamento biológico de efluentes.

Figura 4 - Exemplos de modificações em função das estratégias de aplicação da PmaisL.

Fonte: Adaptado de Gonçalves; 2005; Seifert, 2011; Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, 2003c.

Desta forma, observa-se que a PmaisL busca otimizar o uso de recursos naturais, evitando a geração de desperdícios e, do ponto de vista social, busca reduzir os riscos das operações aos funcionários e ao meio ambiente, além de gerar um ganho na conscientização dos funcionários sobre a variável ambiental (DIÓGENES; FIGUEIREDO; PIMENTA, 2012).

De acordo com Diógenes, Figueiredo e Pimenta (2012), um programa de PmaisL pode ser implantado em qualquer setor de atividade (primário, secundário ou terciário), a partir de uma análise técnica, econômica e ambiental detalhada das operações, objetivando a identificação de oportunidades que possibilitem melhorar a eficiência do processo produtivo, sem necessariamente aumentar custos para a empresa.

A aplicação da 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, a contaminação dos recursos hídricos, a erosão e a compactação dos solos (HOOF; MONROY; SAER, 2008).

### 2.4.2 Metodologia de implantação de PmaisL

No Brasil, através do CNTL foi realizada a adaptação de uma metodologia da UNIDO/UNEP baseada no projeto intitulado Ecological Project for Integrated Environmental Technologies (ECOPROFIT), para implantação de programas de PmaisL. Este programa investiga as atividades de uma empresa e promove a avaliação das formas de utilização de matérias-primas e energia e das causas de geração de resíduos, permitindo induzir inovação dentro das próprias empresas (DIÓGENES; FIGUEIREDO; PIMENTA, 2011).

A figura 5 apresenta resumidamente as etapas de implantação deste programa.

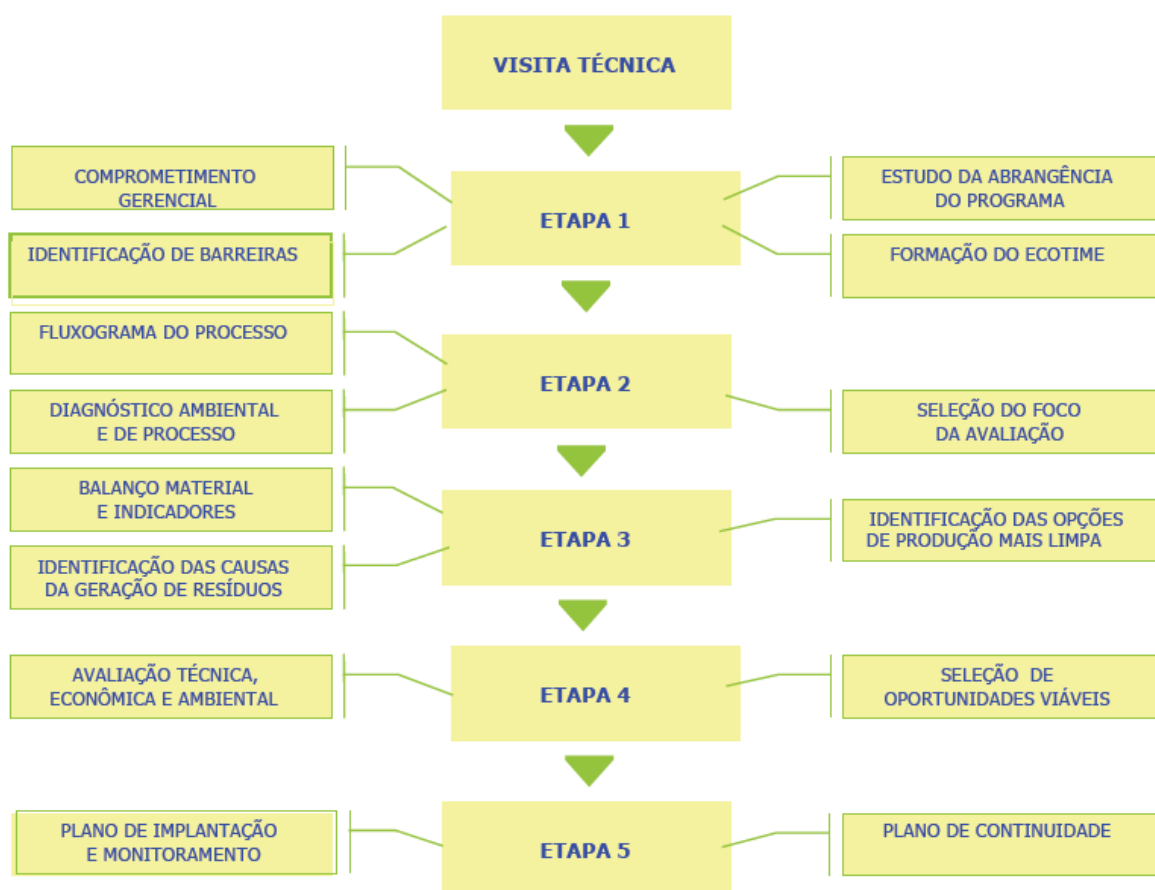


Figura 5 - Resumo das etapas de implantação do programa de PmaisL.  
Fonte: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, 2007.

A metodologia de implantação preconizada pela UNIDO/UNEP é descrita por Weihs e Weissel (2005); UNEP e UNIDO (2013); Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (2003a), conforme segue.

#### 2.4.2.1 Etapa 1 - Planejamento e organização

O planejamento pode começar uma vez que algum componente da empresa se interesse por PmaisL, no entanto, a implantação de um programa só pode ser



iniciada após a decisão ser tomada pela gestão da organização, portanto inicialmente deverá ser obtido o comprometimento da gerência da organização. Em seguida é montada a equipe de trabalho (ecotime) que tem a função principal de conduzir o trabalho de implantação. Cabe ao ecotime também encontrar soluções para superar possíveis barreiras encontradas, a saber: organizacionais, técnicas, econômicas, legais, entre outras.

Ao final desta etapa deve ser estabelecido o escopo da avaliação, por exemplo, se serão incluídos apenas alguns setores produtivos ou toda a unidade e ainda definir a ênfase em termos materiais (água, energia, insumos, produtos).

#### **2.4.2.2 Etapa 2 - Pré-avaliação**

Esta etapa tem por objetivo selecionar o foco para a avaliação de PmaisL, tendo como tarefa básica e inicial a elaboração dos fluxogramas de processo da organização. Um fluxograma deve conter as operações de um determinado processo, bem como suas respectivas entradas (matérias-primas, água e energia) e saídas (produto final, resíduos, efluentes e emissões). A análise detalhada do fluxograma permite a visualização do fluxo qualitativo de entradas e saídas dos processos, também denominado de fluxo de material.

Em seguida deve ser realizado um levantamento quantitativo de entradas e saídas, geralmente realizado com dados já disponíveis, bem como os custos relacionados, as práticas de gerenciamento de resíduos realizadas e os aspectos legais relacionados. Ao analisar a conversão quantitativa de matérias-primas em produtos, é possível conhecer a eficiência de cada processo produtivo e o quantitativo de resíduos gerados.

Os dados levantados permitem a montagem do Diagnóstico Ambiental e de Processo, que serve de base para a seleção do foco de avaliação da PmaisL. Esta seleção geralmente ocorre com base nos seguintes critérios: custos envolvidos; aspectos legais; toxicidade e quantidade de resíduos, matérias-primas e/ou produtos.

#### **2.4.2.3 Etapa 3 - Avaliação**

O objetivo desta etapa é obter um conjunto amplo de oportunidades de PmaisL, identificar as oportunidades que possam ser implantadas imediatamente e as que necessitam de análises adicionais mais detalhadas. Além disto, são obtidos dados quantitativos que servem para definir a situação atual da organização, o que tornará possível a comparação do “antes” com o “depois” da PmaisL. Nesta etapa

são realizadas medições para originar um balanço de material, o que permite a identificação e a quantificação de perdas. O fluxograma de processo é a base para o cálculo do balanço de material, trazendo a compreensão sobre a fonte e a causa da geração de resíduos, efluentes e emissões. O balanço de material também é utilizado para identificar os custos associados com entradas e saídas.

A identificação das causas de geração de resíduos é o ponto central da etapa de avaliação e o ponto de partida do processo de geração de oportunidades de PmaisL, que são classificadas em cinco grupos: Produto; Boas Práticas de PmaisL, Matérias-primas; Processo e Tecnologia; Técnicas de Tratamento.

#### **2.4.2.4 Etapa 4 - Estudos de viabilidade**

O objetivo desta etapa é realizar a análise de viabilidade técnica, ambiental e econômica de cada oportunidade de PmaisL selecionada. Primeiramente é determinado o nível de detalhamento o qual cada oportunidade deve ser avaliada e devem ser relacionadas as informações necessárias para tal avaliação.

Na análise técnica são avaliados os impactos da medida proposta sobre o processo, a taxa de produção, a segurança, o pessoal envolvido, entre outros. A análise ambiental tem por objetivo determinar os impactos positivos e negativos da oportunidade para o meio ambiente. Em seguida são avaliados os benefícios econômicos de todas as reduções na geração de resíduos e no consumo de matérias-primas que cada oportunidade pode ocasionar. Também são estimados os custos envolvidos, na forma de investimentos ou em termos de outras despesas acessórias necessárias para a implantação de cada oportunidade. A análise econômica é realizada usando medidas padrão de lucratividade, tais como Período de Retorno do Capital (*payback*), Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR). Por fim são eliminadas as oportunidades inviáveis e montada uma lista de oportunidades viáveis de PmaisL a serem implantadas.

#### **2.4.2.5 Etapa 5 - Implantação**

Antes de implantar as oportunidades de PmaisL é esboçado um plano de implantação descrevendo a duração do projeto, o cronograma e os recursos humanos e financeiros necessários. As mudanças geralmente envolvem a integração de novos conhecimentos técnicos; compreensão das novas práticas operacionais, estabelecimento de procedimentos de compra, instalação e operação de novos equipamentos, entre outras. O desempenho das oportunidades de PmaisL implantadas precisa ser monitorado e os resultados verdadeiros devem ser

comparados aos resultados esperados. A comparação do “antes” e “depois” da PmaisL é essencial para a avaliação das oportunidades implantadas, pois permite confirmar as estimativas de benefícios ambientais e econômicos feitas nos estudos de viabilidade.

## **2.5 PmaisL: uma ferramenta para transição agroecológica em propriedades agrícolas familiares**

A idéia de sustentabilidade na agricultura apresenta, dentre outras características, a utilização de recursos que permitam que os ciclos materiais e energéticos nos agroecossistemas sejam os mais fechados possíveis (MOREIRA; CARMO, 2004). De acordo com Silva et al. (2008), produzir utilizando insumos alternativos gerados na própria propriedade não só oferece produtos mais saudáveis e nutritivos, mas também evita a poluição ambiental e preserva recursos naturais.

A maioria das definições de agricultura sustentável encontra-se relacionada a manutenção da produtividade e da lucratividade das unidades de produção agrícola, minimizando, ao mesmo tempo, impactos ambientais (ALTIERI, 2009).

De acordo com Martins e Farias (2002), os desperdícios e perdas na agricultura estão associados a fatores como: falta de cuidado na colheita, uso de máquinas e equipamentos desregulados; transporte e armazenagem inadequados, falta de pessoal treinado e práticas inadequadas de produção.

Sob o ponto de vista agrícola, a principal vantagem do uso de resíduos relaciona-se ao fornecimento de nutrientes contidos e/ou com benefícios ligados ao seu conteúdo orgânico. Mas mesmo com esta vantagem, quando se pretende viabilizar o uso de resíduos, alguns fatores devem ser observados, como a legislação pertinente e os aspectos técnicos que servirão de base para a avaliação e tomada de decisão sobre a viabilidade de realização de sua reciclagem agrícola (PIRES; MATTIAZZO, 2008).

Lemos e Nascimento (1999), pesquisando a respeito da geração de inovações e competitividade após a adoção da PmaisL em uma fazenda produtora de arroz, identificaram que os gestores da empresa entendem que a PmaisL é uma tendência mundial inquestionável e que os pioneiros nesta questão serão os primeiros a colher os frutos desta nova prática de gestão ambiental.

Bertollo (2002), cita alguns fatores que favorecem a adoção da produção mais limpa por agricultores familiares produtores de leite:

- as propriedades são minifúndios, exigindo uma maior racionalidade nas atividades ligadas à preservação de recursos naturais;
- a bacia leiteira é jovem, permitindo uma maior flexibilidade quanto à adoção de tecnologias e ações apropriadas;
- a falta de recursos financeiros, fazendo com que os produtores demonstrem um grande interesse em diminuir investimentos, reduzir custos de produção, evitar o desperdício de matéria prima, o que os condiciona a buscar novas alternativas.

Os relatos sobre implantação de programas de Produção mais Limpa no setor agrícola são escassos, notadamente em sistemas de produção familiar de base ecológica. Porém é factível inferir que a implantação deste Programa pode ser útil no processo de transição agroecológica de sistemas agrícolas, devido as aparentes convergências no campo conceitual e metodológico.

### **3 Material e Métodos**

A pesquisa foi desenvolvida num estabelecimento agrícola de base familiar e em processo de transição agroecológica, situado no município de Morro Redondo, Território Zona Sul do Rio Grande do Sul, sendo que a atividade envolve atualmente cerca de 7 membros da família, não possuindo terceirizados.

Contando com uma área de 37 ha e 1.300 m<sup>2</sup> 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.

Como característica típica da agricultura familiar de base ecológica, a produção é extremamente diversificada, destacando-se frutas (maçã, ameixa, amora, morango, uva, figo, goiaba, caqui, laranja e bergamota), feijão, milho e oleráceas (alface, couve, couve-flor, rúcula, espinafre, mostarda, tomate, pepino, cenoura, beterraba, batata e batata-doce).

Além da produção primária, a família realiza a produção de processados, como: pães, bolos, doces (chimia, geléia, ambrosia, rapadura de leite, rapadura de amendoim, pé-de-moleque e cocada), conservas vegetais (pepino, cebola e rabanete) e massa de tomate. A produção da propriedade é comercializada em feiras agroecológicas e diretamente a bares e restaurantes.

A diversidade das atividades citadas acima, que incluem além da produção primária a produção de processados, constituiu-se numa justificativa importante para a seleção desta propriedade, tendo em vista que o programa de PmaisL tem sido utilizado majoritariamente no setor industrial.

Além disto vale ressaltar o ineditismo do trabalho em relação a implantação do programa no segmento da agricultura familiar, notadamente em propriedades agrícolas de base ecológica.

A pesquisa foi estruturada em três fases: 1) Implantação do programa de PmaisL; 2) Análise 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.

### **3.1 Implantação do programa de PmaisL**

Foi implantado numa propriedade agrícola familiar de base ecológica um programa de PmaisL tendo como base a metodologia preconizada pela UNIDO/UNEP, conforme descrito a seguir.

#### **3.1.1 Planejamento e organização**

Inicialmente foi realizada uma reunião com o casal de agricultores. Nesta reunião foram apresentados em linhas gerais alguns conceitos de prevenção a poluição e os objetivos e etapas de um programa de PmaisL.

Após obter a aprovação e comprometimento do casal e constituir a equipe de trabalho (Ecotime), procurou-se identificar barreiras para a implantação do programa e quais seriam as soluções possíveis para enfrentá-las.

Esta etapa foi finalizada com a definição da abrangência do programa.

#### **3.1.2 Pré-avaliação**

Inicialmente foram levantadas algumas informações básicas da propriedade, a saber:

- dados de identificação: endereço e localização, número de empregados, faturamento anual, mercado, área física, entre outros;
- programas e projetos de pesquisa e extensão envolvidos;
- legislação aplicável;
- equipamentos: quantidade, ano de fabricação, capacidade nominal e demais características operacionais.

##### **3.1.2.1 Elaboração dos fluxogramas de processo**

Foi realizada a elaboração dos principais fluxogramas de processo, dividindo-se a propriedade em duas áreas: produção primária e processados. Em função da elevada diversidade de produtos, alguns processos foram agrupados no mesmo fluxograma, em função de apresentarem semelhanças em suas etapas.

##### **3.1.2.2 Avaliação de entradas e saídas**

Com base nos fluxogramas elaborados, foi realizado o levantamento quantitativo das principais entradas e saídas, além de informações qualitativas. Este

levantamento foi realizado com dados já existentes e de conhecimento prévio dos agricultores. As informações foram organizadas e registradas da seguinte forma:

- principais insumos<sup>1</sup>: finalidade de utilização, tipo e material de embalagem, quantidade e custo anual de aquisição, origem (interna ou externa a propriedade) e formas de acondicionamento e armazenamento;
- principais produtos: quantidade anual e formas de acondicionamento e armazenamento;
- principais subprodutos, resíduos, efluentes e emissões: quantidade e custo anual e destinação final.

Em seguida foram coletadas informações complementares sobre água, energia e efluentes líquidos, conforme segue:

- água: fontes de abastecimento e finalidades de utilização com as respectivas quantidades e existência de processos de tratamento de água;
- energia: consumo mensal de energia elétrica, consumo anual e local de armazenamento de combustíveis;
- efluentes líquidos sanitários: vazão diária e anual, destino e forma de tratamento;
- efluentes líquidos industriais: vazão diária e anual, destino e forma de tratamento.

Ao final deste levantamento foi consolidado o “Diagnóstico Ambiental e de Processo” da propriedade, que serviu de base para a seleção do foco da PmaisL.

### **3.1.2.3 Seleção do foco da avaliação de PmaisL**

Durante o processo de pré-avaliação e com base nos dados do Diagnóstico foram identificadas algumas oportunidades de PmaisL.

A lista de oportunidades identificadas foi submetida à análise dos agricultores para seleção do foco da avaliação, sendo a escolha realizada de forma coletiva, orientada principalmente pelos critérios quantidade de entradas (insumos) e saídas (produtos e resíduos) e custos. Durante este processo foram comparadas as quantidades de entradas e saídas relacionadas com as oportunidades e os custos dos principais insumos envolvidos.

---

<sup>1</sup> O termo insumos refere-se a todas as entradas (matérias-primas, água e energia) dos processos produtivos da propriedade.

O critério de toxicidade não foi utilizado para o processo de escolha, pois em função do elevado estágio no processo de transição agroecológica da propriedade a existência de materiais tóxicos é praticamente nula.

### **3.1.3 Avaliação**

Nesta etapa foram realizadas medições nos processos relacionados as oportunidades escolhidas. Para cada processo a ser medido foi elaborado um plano de medições com a respectiva ficha. Neste plano foram identificadas as entradas e saídas que seriam medidas, a metodologia e a forma com que ocorreriam as medições e os recursos necessários para realizá-las (Apêndice A – Folhas de Trabalho – Exemplo de Plano de Medições).

Os dados quantitativos obtidos nas medições foram dispostos no fluxograma de processo correspondente a cada oportunidade e foram extrapolados para valores anuais, constituindo-se desta forma numa análise quantitativa dos valores de entradas e saídas “antes” da PmaisL. Foram levantados também os custos associados as quantidades de entradas e saídas (Apêndice B – Folhas de Trabalho – Análise quantitativa de entradas e saídas antes da PmaisL).

Em seguida foi realizado o processo de identificação das causas de geração dos resíduos e desperdícios, iniciando-se pela classificação segundo as categorias de PmaisL, quais sejam: Matérias primas e insumos não utilizados; Produtos não-comercializados; Impurezas e substâncias secundárias nas matérias-primas; Subprodutos e resíduos inevitáveis; Subprodutos e resíduos não desejados; Materiais auxiliares usados; Substâncias produzidas na partida ou parada de equipamentos e sistemas; Lotes mal produzidos e refugos; Resíduos e materiais de manutenção e reposição; Materiais de manuseio, transporte e estocagem; Materiais de amostragem e análises; Perdas devido à evaporação e emissões; Materiais de distúrbios operacionais e vazamentos; Materiais de embalagem. (Apêndice C – Folhas de Trabalho – Categorias do subproduto, resíduo, efluente ou emissão)

Após a categorização dos resíduos segundo a PmaisL, foram identificadas possíveis alternativas (opções) para eliminação, minimização ou reciclagem dos mesmos. As alternativas são divididas em cinco grupos: Boas Práticas de PmaisL (Housekeeping); Processo e Tecnologia; Produto; Matérias primas e Técnicas de tratamento. Este processo contou com a participação efetiva do casal de agricultores, para que as idéias geradas fossem resultado de um processo



endógeno na propriedade, gerando desta forma um sentimento de pertença por parte da família sobre o desenvolvimento das oportunidades.

Foram analisadas as oportunidades que tiveram mais de uma opção gerada, verificando se as mesmas eram complementares ou antagônicas.

Antes de submeter as oportunidades, com as respectivas opções definidas, para análise de viabilidade técnica, econômica e ambiental, foram criados indicadores ambientais e de processo para cada uma das oportunidades, com as respectivas fichas de controle de cada indicador (Ver Apêndice D – Folhas de Trabalho – Exemplo de Ficha de controle de indicadores).

### **3.1.4 Estudo de viabilidade**

#### **3.1.4.1 Análise preliminar**

Inicialmente foi determinado o nível de profundidade de análise de cada oportunidade e que informações seriam necessárias para tanto.

#### **3.1.4.2 Análise técnica**

Na análise técnica foram determinados e detalhados os impactos e mudanças decorrentes da implantação de cada oportunidade sobre o processo, a segurança e o pessoal envolvido.

Além disto, foram estimados os quantitativos de entradas e saídas referentes a situação “depois” da implantação da oportunidade, com alguns custos associados. Estes dados serviram de base para as análises de viabilidade ambiental e econômica.

#### **3.1.4.3 Análise ambiental**

Com base nos dados quantitativos de entradas e saídas, obtidos na etapa de avaliação (antes da PmaisL) e nos dados estimados na análise técnica (depois da PmaisL), foi realizada a análise da viabilidade ambiental de cada oportunidade. A abrangência da análise ficou restrita aos limites da propriedade estudada, sendo que alguns critérios utilizados na estimativa dos benefícios ambientais foram:

- redução do consumo de insumos;
- redução da geração de resíduos, efluentes ou emissões;
- substituição por insumos mais sustentáveis, como fontes de energia renovável.

#### **3.1.4.4 Análise econômica**

Após conhecida a viabilidade técnica e ambiental de cada oportunidade foi realizado o estudo de viabilidade econômica. Para cada oportunidade, foi realizado

uma levantamento dos custos operacionais da situação “antes” e “depois” da implantação das oportunidades de PmaisL e da necessidade de investimentos.

Com os dados econômicos de “antes” e “depois”, foram elaborados os respectivos fluxos de caixa num horizonte de 10 anos. Para a análise econômica foram utilizadas medidas padrão de lucratividade, tais como Período de Retorno do Capital (*Payback*), Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR). (Ver Apêndice E – Estudo de Viabilidade Econômica - Memória de Cálculo e Fluxos de caixa).

O *payback* foi calculado da seguinte forma:

$$Payback = \frac{I}{fci}$$

Onde:

I = investimento;

fci = fluxo de caixa incremental anual.

O VPL foi calculado de acordo com a equação a seguir:

$$VPL = \sum_{j=0}^n \frac{fci}{(1+i)^j} - I$$

Onde:

n = vida útil do projeto (anos);

fci = fluxo de caixa incremental anual;

i = taxa de juros (Taxa Mínima de Atratividade);

$1/(1+i)^j$  = fator de desconto a ser calculado por ano a uma taxa de juros i;

j = ano;

I = Investimento.

A TIR foi calculada como sendo a taxa de juros “i” que torna o VPL igual a zero.

### 3.1.5 Implantação

Foram levantadas as necessidades de recursos financeiros, treinamento de pessoal, adaptações físicas, entre outras, respectivas a cada oportunidade de PmaisL implantada, que passaram a ser denominadas de Estudos de Caso.

Os dados quantitativos obtidos nas medições para Estudos de Caso implantados e estimados para Estudos de Caso em implantação foram dispostos no fluxograma de processo correspondente a cada oportunidade e foram extrapolados

para valores anuais, constituindo-se desta forma numa análise quantitativa dos valores de entradas e saídas “depois” da PmaisL. (Apêndice F – Folhas de Trabalho – Análise quantitativa de entradas e saídas depois da PmaisL).

Foram levantados também alguns custos associados as quantidades de entradas e saídas necessários para a verificação dos benefícios econômicos de cada oportunidade. Os benefícios econômicos de cada oportunidade são calculados comparando-se os custos operacionais “antes” e “depois” da PmaisL, detalhados na análise econômica.

Foram também relacionados os benefícios ambientais, com base nos resultados da análise de viabilidade ambiental e alimentados os indicadores criados com os valores da situação “depois” da PmaisL.

### **3.2 Análise da Metodologia de implantação da PmaisL**

Conforme mencionado anteriormente a implantação do programa de PmaisL ocorreu com base na metodologia originalmente preconizada pela UNIDO/UNEP. Porém durante este processo foram observadas algumas dificuldades, que foram resolvidas com a realização de alguns ajustes no processo de implantação, sem descaracterizar conceitualmente a metodologia de implantação.

Além disto, com o objetivo de facilitar e otimizar o processo de implantação da PmaisL, foram identificadas possibilidades de customização do programa para o sistema produtivo em questão.

### **3.3 Contribuição da PmaisL na Sustentabilidade da propriedade**

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, tendo como base os benefícios ambientais explicitados nos estudos de viabilidade 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.

Na dimensão econômica, foram consolidados os dados econômicos dos estudos de caso implantados.

Pelo fato da metodologia de implantação da PmaisL preconizada pela UNIDO/UNEP não contemplar a análise da viabilidade social das oportunidades, foram identificados e escolhidos ao longo do trabalho elementos com o propósito de

analisar os impactos sobre a dimensão social. Desta forma foi avaliada a influência da implantação dos estudos de caso nos 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 uma determinada tarefa, procedimento ou etapa do processo produtivo. Esta redução pode significar maior disponibilidade de tempo para outras atividades produtivas, lazer ou até mesmo educação.

O foco de análise do indicador relacionado às condições de trabalho foi a identificação de benefícios técnico-operacionais nas atividades produtivas e melhorias nas condições ergonômicas de trabalho 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, pois para Neto e Oliveira (2010), a Agroecologia valoriza as práticas de autoconsumo.

Além disto, foi realizada uma entrevista semi-estruturada com os agricultores proprietários visando demonstrar a percepção dos mesmos em relação ao tema, constituída das seguintes questões:

1 O que é uma agricultura sustentável no contexto de suas atividades como um todo?

2 Quais benefícios/vantagens de ordem econômica, ambiental e social na forma de produção sob bases ecológicas? Exemplos.

3 Antes de iniciar o trabalho, vocês já tinham ouvido falar de Produção mais Limpa (PmaisL)?

4 Antes de iniciar o trabalho de PmaisL, vocês achavam que existiam desperdícios dentro da propriedade? E agora o que acham?

5 Mesmo já trabalhando com agricultura de base ecológica, vocês acham que o trabalho de PmaisL obteve resultados positivos, trouxe benefícios do ponto de vista econômico, ambiental e social? Que benefícios e melhorias foram estes?

6 Qual a maior dificuldade encontrada durante a realização do trabalho? O que acham que poderia ser melhorado no andamento do trabalho de PmaisL?

7 Existe relação entre o trabalho de PmaisL desenvolvido e o sistema de produção (base ecológico) da propriedade?

## **4 Resultados e Discussão**

### **4.1 Processo de implantação da metodologia**

A seguir são descritos resultados intermediários e observações obtidas durante o processo de implantação da metodologia de PmaisL.

Durante a etapa de Planejamento e Organização foi identificada como principal barreira a questão da restrição econômico-financeira para implantação de oportunidades que envolvessem significativos custos de inversão. Para tanto foi planejado identificar oportunidades com baixo custo de implantação, mesmo que resultem num benefício econômico menor. Ao final desta etapa a abrangência do programa acabou incluindo o setor de produção agrícola e o setor de processados.

Os fluxogramas elaborados durante a Pré-avaliação para o setor de produção primária foram:

- produção de morango e oleráceas transplantadas (alface, brássicas, tomate, beterraba, berinjela e pimentão);
- produção de frutas (maçã, ameixa, uva, goiaba, figo, laranja, amora, caqui, banana, bergamota);
- produção de oleráceas não transplantadas (cenoura, abóbora, rúcula, batata, mostarda);
- produção de mudas (para a produção de morango e oleráceas transplantadas);
- produção de milho;
- produção de feijão.

Para a área de processados foram elaborados os seguintes fluxogramas:

- produção de pães (caseiro, integral, milho, batata doce e torresmo);
- produção de ambrosia;

- produção de geléia e chimia de frutas (pêssego, uva, abóbora, figo, amora, morango e goiaba);
- produção de rapadura de leite;
- produção de bolo (linhaça, figo e uva);
- produção de conservas (cebola, rabanete e pepino);
- produção de massa de tomate.

Durante o levantamento quantitativo de dados e custos ficou impraticável o cálculo do custo anual dos principais subprodutos, resíduos, efluentes e emissões, pois os proprietários desconheciam por completo as quantidades geradas.

Durante a realização da pré-avaliação e com base nos dados do Diagnóstico Ambiental e de Processo foram identificadas as seguintes oportunidades de PmaisL:

- reaproveitar a água de lavagem dos vegetais;
- racionalizar/adequar o consumo de fertilizante organomineral na adubação e de calcário para correção da acidez do solo;
- comercializar as flores da ameixeira;
- produzir as próprias sementes (milho);
- reduzir o consumo de água de irrigação no morango;
- racionalizar a dosagem indicada de cloro para o clorador a ser instalado;
- reduzir/eliminar a geração de subprodutos (cantos arredondados) de rapaduras de leite e de amendoim pela adequação das formas;
- reduzir a utilização do forno elétrico com a adaptação do forno à lenha para fora do ambiente dos processados;
- reduzir o consumo de plástico filme para embalagem dos bolos;
- reduzir a geração de resíduo incorporado ao pão integral pela padronização do peso dos produtos nas embalagens para comercialização;
- otimizar a utilização dos liquidificadores na área de processados.

Com o foco de avaliação selecionado para áreas e materiais (entradas e saídas) distintos e variados dentro da propriedade, as oportunidades escolhidas para avaliação foram:

- reaproveitar a água de lavagem dos vegetais;
- reduzir a geração de resíduo incorporado ao pão integral pela padronização do peso dos produtos nas embalagens para comercialização;
- racionalizar/adequar o consumo de fertilizante organomineral na adubação e de calcário para correção da acidez do solo;

- reduzir/eliminar a geração de subprodutos (cantos arredondados) de rapaduras de leite e de amendoim pela adequação das formas;
- reduzir a utilização do forno elétrico com a adaptação do forno à lenha para fora do ambiente dos processados.

## **4.2 Estudos de caso de PmaisL**

A seguir serão relatados os resultados obtidos diretamente da implantação da metodologia de PmaisL. As contribuições nas dimensões ambiental, econômica e social serão apresentadas no item 4.4 deste trabalho.

### **4.2.1 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**

#### **4.2.1.1 Descrição**

A lavagem dos vegetais (alface, couve verde, couve manteiga, rúcula, mostarda, rabanete e beterraba) é realizada logo após a colheita na lavoura. O procedimento de lavagem se dava em bacias com capacidade de 10L, ocorrendo perdas de água nas seguintes operações:

- enchimento e movimentação das bacias, pois estas eram cheias com água da torneira e depois movimentadas pela área de lavagem;
- escoamento de água dos vegetais após a lavagem, pois nem sempre este escoamento ocorria dentro das bacias, em função da reduzida dimensão das mesmas.

O processo de enchimento e movimentação das bacias com água, bem como o local onde as mesmas eram dispostas no momento da lavagem não eram adequados, podendo ocasionar problemas ergonômicos. Após a lavagem dos vegetais o efluente contido nas bacias era descartado numa pequena caixa de alvenaria e conduzido por uma tubulação até a caixa separadora água-óleo (caixa de gordura) que também recebia o efluente da área de processados. O efluente da caixa separadora água-óleo era descartado diretamente no solo.

O estudo consistiu na substituição das bacias por caixas plásticas com capacidade de 50L. Além disto, o enchimento das caixas passou a ocorrer com mangueiras conectadas diretamente no ponto de alimentação de água. A substituição das bacias pelas caixas e a novo procedimento de enchimento destes recipientes reduziu a perda de água ocasionada anteriormente pelo enchimento e

movimentação das mesmas. O fato das caixas possuírem dimensões maiores que as bacias, reduziu a perda de água do escoamento dos vegetais.

O efluente coletado no processo de lavagem, anteriormente conduzido para a caixa separadora água-óleo e disposto no solo, é desviado diretamente da caixa de alvenaria sendo conduzido por gravidade até um tanque plástico com capacidade de  $1\text{ m}^3$ . Este tanque será alimentado também por água da chuva captada numa área de telhado de  $30\text{ m}^2$ , a partir da adaptação de uma calha já existente. Todo o efluente armazenado será reusado na dessedentação dos animais da propriedade (16 bovinos, 55 aves e 5 ovinos).

A água de abastecimento da propriedade é originária de um açude que necessita do recalque de uma bomba para alimentação de um reservatório de armazenamento de água. Com a reutilização deste efluente e da água chuva haverá uma economia no consumo de energia elétrica destinada ao acionamento da bomba utilizada para recalque da água do açude.

As alternativas de minimização utilizadas foram classificadas em:

- Otimização de parâmetros operacionais (Boas Práticas de PmaisL), pela redução da quantidade de água utilizada para lavagem;
- Padronização de procedimentos (Boas Práticas de PmaisL), em função da padronização do procedimento de lavagem;
- Melhoria no sistema de informações e treinamento (Boas Práticas de PmaisL), pelo treinamento necessário em função do novo procedimento de lavagem;
- Ajustes de layout e processo (Processo e Tecnologia), correspondente a substituição das bacias e da adequação do procedimento de lavagem dos vegetais;
- Reuso e reciclagem interna (Técnicas de tratamento), em função do reaproveitamento do efluente da lavagem e da água da chuva para dessedentação de animais.

#### 4.2.1.2 Indicadores

Tabela 1 – Indicadores do estudo de caso 1 antes e depois da PmaisL.

Indicadores	Antes da PmaisL	Depois da PmaisL
1a Consumo de água de lavagem por vegetais lavados ( $\text{L.molho}^{-1}$ )	1,08	1,00
1b Reuso de efluente da lavagem dos vegetais e de água da chuva ( $\text{m}^3$ )	0,00	96,29

Ver Apêndice G – Memória de Cálculo dos indicadores



Analisando a evolução dos indicadores na tabela 1, percebe-se uma redução do consumo de água e também a ocorrência de reuso de efluente da lavagem dos vegetais juntamente com água da chuva, até então não realizado na propriedade.

#### 4.2.1.3 Benefício ambiental

A tabela 2 indica a redução do consumo e da geração de alguns aspectos ambientais decorrentes da implantação do estudo de caso.

Tabela 2 – Benefícios ambientais da implantação do estudo de caso 1.

Parâmetro	Antes	Depois	Redução anual
Consumo de água para lavagem dos vegetais (m <sup>3</sup> )	46,90	43,15	3,75
Consumo de energia elétrica para recalque de água (kWh)	--	--	18,8

A redução do consumo de água de lavagem se deu principalmente pela modificação das bacias e pela adequação do procedimento de lavagem. A redução da geração de efluente da lavagem é ocasionada pelo posterior reuso deste efluente na dessedentação de animais. Este aproveitamento ocasiona uma redução do consumo de água reservada naturalmente, favorecendo a propriedade em épocas de estiagem e escassez hídrica. Foi considerada também a redução do consumo de energia elétrica utilizada para o bombeamento da água do açude para abastecimento da propriedade. (Ver cálculo no apêndice F1)

#### 4.2.1.4 Benefício econômico

Tabela 3 – Benefício econômico anual do estudo de caso 1.

Parâmetro	Benefício econômico (R\$.ano <sup>-1</sup> )
Redução do consumo de energia elétrica para recalque de água	4,72

Ocorreu uma redução anual no custo com energia elétrica de R\$4,72.

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

#### 4.2.2.1 Descrição

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”.

Como alternativa de Boas práticas de PmaisL, foi realizada a padronização de procedimentos através do cálculo das quantidades necessárias de insumos para a produção de um determinado peso final de produto. Após a padronização foi realizado o treinamento com base na receita estabelecida.

Além disto, foram introduzidas duas etapas de pesagem, antes da etapa de mistura e entre as etapas de corte e enformagem da massa, para que houvesse a padronização do peso do produto final.

As alternativas foram classificadas, além de Otimização de parâmetros operacionais, Padronização de procedimentos e Melhoria do sistema de informações e treinamento, no grupo Processo e Tecnologia – Modificação no processo, inclusão ou exclusão de etapas.

A figura 6 apresenta, a seqüência das etapas de produção de pão integral “antes” e “depois” da PmaisL.

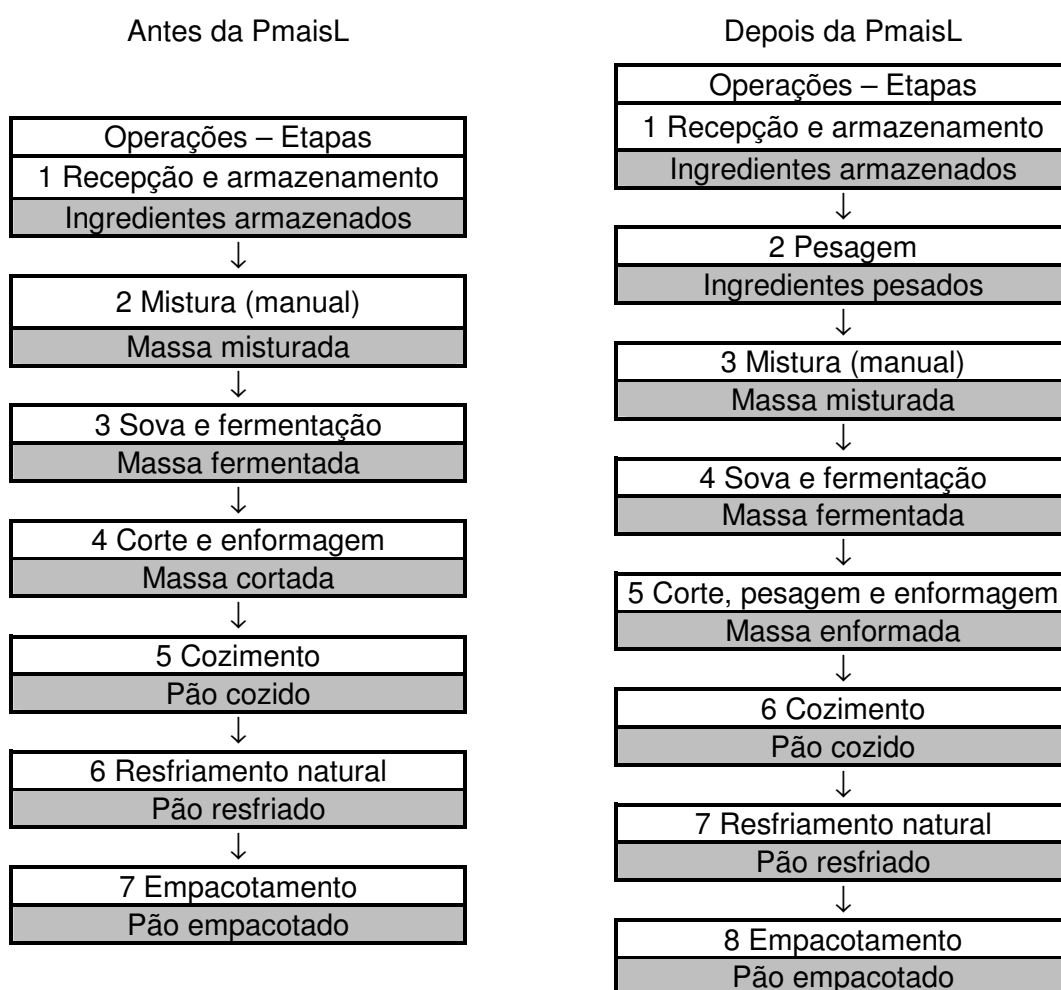


Figura 6 - Processo de produção de pão integral – antes e depois da PmaisL.

#### 4.2.2.2 Indicadores

Tabela 4 – Indicadores do estudo de caso 2 antes e depois da PmaisL.

Indicadores	Antes da PmaisL	Depois da PmaisL
2a Taxa de geração de resíduo incorporado ao produto (%)	13,68	1,50
2b Custo com farinha de trigo por produção de pão integral (R\$.un <sup>-1</sup> )	0,62	0,51
2c Consumo de insumos por receita de venda de pão integral (g.R\$ <sup>-1</sup> )	161,65	144,46

Ver Apêndice G – Memória de Cálculo dos indicadores

Conforme a tabela 4, a redução da geração de resíduo incorporado a este produto foi acompanhada da conseqüente redução do consumo de insumos para a produção do mesmo. A tabela 4 também evidencia a redução nos custos de aquisição do principal insumo para a produção de pão integral.

#### 4.2.2.3 Benefício ambiental

A redução do consumo de insumos para a produção de pão integral é apresentada a seguir (tabela 5).

Tabela 5 – Redução do consumo de insumos no estudo de caso 2.

Insumos	Consumo anual		Redução anual
	Antes	Depois	
Farinha de trigo comum (kg)	400,0	357,2	42,8
Farinha de trigo integral (kg)	240,0	214,3	25,7
Açúcar cristal (kg)	4,2	3,7	0,5
Óleo (kg)	24,0	21,4	2,6
Sal (kg)	8,8	7,9	0,9
Fermento biológico (kg)	2,0	1,8	0,2
Água (L)	360,0	321,5	38,5

Observa-se na tabela 5 que todos os insumos necessários para a produção de pão integral tiveram seu consumo reduzido em torno de 10%.

#### 4.2.2.4 Benefício econômico

Tabela 6 – Benefício econômico anual do estudo de caso 2.

Parâmetro	Custo operacional (R\$.ano <sup>-1</sup> )		Benefício econômico (R\$.ano <sup>-1</sup> )
	Antes	Depois	
Custo anual dos insumos (farinha de trigo, farinha de trigo integral, açúcar cristal, sal, fermento biológico e óleo)	1.082,80	966,70	116,10

O benefício econômico ocorreu com a redução no custo de aquisição de insumos (farinha de trigo comum, farinha de trigo integral, óleo, sal, açúcar e fermento químico) no valor anual de R\$116,10.

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

#### 4.2.3.1 Descrição

A produção de rapaduras de leite e de amendoim gera um subproduto de rapadura de canto (4 unidades por lote) em função do arredondamento dos cantos das formas utilizadas. Estes subprodutos têm seu preço unitário de comercialização reduzido de R\$0,70 para R\$0,50.

Neste estudo buscou-se eliminar este subproduto, buscando a uniformidade das rapaduras produzidas, de maneira que todas as unidades possam ser comercializadas pelo mesmo preço. Para tanto foram encomendadas formas que não possuem cantos arredondados, fazendo com que todas as rapaduras tenham o mesmo formato. A nova forma possui tamanho maior do que a da utilizada até então, fazendo com que a produção dos lotes fosse aumentada de 40 rapaduras de leite e 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 (2cm), diferentemente das formas anteriores que eram mais altas, facilitando a uniformização da espessura do produto durante a etapa de enformagem. Para esta padronização foi adotada uma régua, que auxilia na uniformização do tamanho das rapaduras na etapa de corte.

A alternativa adotada foi classificada como:

- Otimização de parâmetros operacionais (Boas Práticas de PmaisL), pelo aumento da quantidade dos lotes de produção;
- Padronização de procedimentos (Boas Práticas de PmaisL), em função da utilização da régua para padronização do tamanho e espessura do produto.

#### 4.2.3.2 Indicadores

Tabela 7 – Indicadores do estudo de caso 3 antes e depois da PmaisL.

Indicadores	Antes da PmaisL	Depois da PmaisL
3a Taxa de geração de subproduto de rapadura de leite de canto (%)	9,46	0,00
3b Receita por unidade de rapadura de leite (R\$.unidade <sup>-1</sup> )	0,68	0,70
3c Taxa de geração de subproduto de rapadura de amendoim de canto (%)	19,63	0,00
3d Receita por unidade de rapadura de amendoim (R\$.unidade <sup>-1</sup> )	0,66	0,70

Ver Apêndice G – Memória de Cálculo dos indicadores

A evolução dos indicadores 3b e 3d, mostrados na tabela 7, confirma o aumento da receita de vendas de rapaduras de leite e de amendoim.

#### 4.2.3.3 Benefício ambiental

O benefício ambiental obtido foi referente a redução da geração de um subproduto, pela conversão do mesmo em produto final.

#### 4.2.3.4 Benefício econômico

Tabela 8 – Benefício econômico anual do estudo de caso 3.

Parâmetro	Custo operacional (R\$.ano <sup>-1</sup> )		Benefício econômico (R\$.ano <sup>-1</sup> )
	Antes	Depois	
Aumento da receita pela conversão de subproduto em produto final	18.025,00	17.295,00	730,00

O benefício econômico ocorreu pelo aumento da receita obtida a partir do ajuste de preço da unidade de rapadura (leite e amendoim), conseguido pela conversão do subproduto rapadura de canto em produto final.

#### 4.2.4 Estudo de caso 4 – Substituição de fertilizante organomineral por fosfato natural na adubação de milho

##### 4.2.4.1 Descrição

Este estudo de caso teve por objetivo inicial reduzir o consumo de fertilizante organomineral para a adubação de milho. Após a colheita deste grão, é cultivado na área de 1,5ha um consórcio de azevém e ervilhaca, que na véspera da semeadura do milho é incorporado ao solo como forma de adubação verde, além da adubação com fertilizante organomineral.

Foi realizada análise de solo e em seguida calculada a recomendação de adubação para produtividade de 5 kg.ha<sup>-1</sup> baseada nas necessidades da cultura do milho. Após a contabilização dos aportes de macronutrientes do consórcio (azevém-ervilhaca) e do fertilizante organomineral foi realizado o balanço de NPK no solo disponibilizado para a cultura do milho, conforme a tabela 9.

Pelo balanço pode-se observar que a aplicação de fertilizante organomineral resulta em excesso de nutrientes para o solo. Considerando-se apenas o aporte de nutrientes da adubação verde (consórcio azevém-ervilhaca), é reduzido o excesso de nutrientes, fazendo-se necessária apenas a adição de P. Desta forma foi sugerido que o agricultor realiza-se a substituição do fertilizante organomineral até então utilizado por Fósforo Natural Reativo (FNR), uma fonte natural de fósforo contendo em torno de 29% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Tabela 9 – Balanço de NPK no solo para a produção de milho com e sem o aporte de fertilizante organomineral.

Necessidade e fontes de nutrientes	kg.ha <sup>-1</sup>		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
a. Recomendação	60,00	45,00	30,00
b. Azevém	53,60	6,14	124,80
c. Ervilhaca	70,70	11,91	88,20
d. Fertilizante organomineral (F. O.)	51,00	60,0	63,00
Balanço com F. O. = b + c + d – a	115,30	33,05	246,00
Balanço sem F. O. = b + c – a	64,30	- 26,95	183,00

A alternativa enquadrou-se no grupo Matérias-primas, envolvendo a alternativa de minimização classificada como Substituição de matéria-prima ou de fornecedor pela substituição do fertilizante organomineral por fosfato natural reativo e no grupo de Boas Práticas de PmaisL, como otimização de parâmetros operacionais pela redução da aplicação de nutrientes no solo.

#### 4.2.4.2 Indicadores

Tabela 10 – Indicadores do estudo de caso 4 antes e depois da PmaisL.

Indicadores	Antes da PmaisL	Depois da PmaisL
4a Consumo total de fertilizante organomineral (t)	3,5	2,6
4b Consumo de insumos externos de adubação para produção de milho por hectare plantado de milho (kg.ha <sup>-1</sup> )	600	100

Ver Apêndice G – Memória de Cálculo dos indicadores

Neste estudo pode ser verificada, de acordo com o indicador 4b (tabela 10), uma redução no consumo de insumos externos de 500 kg.ha<sup>-1</sup>.

#### 4.2.4.3 Benefício Ambiental

O benefício ambiental obtido neste estudo foi a eliminação do consumo de 900kg.ano<sup>-1</sup> de fertilizante organomineral para a produção milho. Este insumo foi substituído pelo fosfato natural reativo, cujo consumo anual é de 150kg.

#### 4.2.4.4 Benefício econômico

Tabela 11 – Benefício econômico anual do estudo de caso 4.

Parâmetro	Custo operacional (R\$.ano <sup>-1</sup> )		Benefício econômico (R\$.ano <sup>-1</sup> )
	Antes	Depois	
Custo anual de aquisição de insumos de adubação para a produção de milho	900,00	120,00	780,00

O benefício econômico ocorreu pela redução no custo de aquisição de insumos externos para adubação do solo na produção de milho no valor anual de R\$780,00.

#### **4.2.5 Estudo de caso 5 – Redução do consumo de energia elétrica no forno elétrico pela adaptação do forno a lenha**

##### **4.2.5.1 Descrição**

O forno a lenha está localizado dentro da área de processados, o que impede a sua utilização durante as épocas mais quentes do ano, pelo calor gerado durante o seu funcionamento. Com esta limitação se faz necessário o uso dos fornos elétricos para a produção de pães e bolos.

Neste estudo, onde a alternativa foi classificado como Modificação de tecnologia, reduziu-se o consumo de energia elétrica nos 3 fornos elétricos existentes pela redução do tempo de utilização destes equipamentos. Esta redução foi possível a partir da utilização do forno a lenha para a produção de pães e bolos nas épocas mais quentes do ano. Para tanto foi realizada uma adaptação na sua instalação, a partir da realocação do mesmo para um espaço externo a área de processados, reduzindo desta forma a geração de calor na área interna.

A capacidade de processamento do forno a lenha é equivalente a de 2 fornos elétricos, portanto é estimada uma redução da operação de 3 fornos elétricos para 1 forno elétrico em média. Com isto ocorrerá uma redução de 2/3 da energia elétrica consumida especificamente para o cozimento de pães e bolos.

##### **4.2.5.2 Indicadores**

Tabela 12 – Indicadores do estudo de caso 5 antes e depois da PmaisL.

Indicadores	Antes da PmaisL	Depois da PmaisL
5a Consumo de energia elétrica dos fornos elétricos para a produção de pães e bolos (kWh)	1.440,8	475,5
5b Consumo de energia elétrica dos fornos elétricos por produção de pães e bolos (Wh.unidade <sup>-1</sup> )	197,0	65,6

Ver Apêndice G – Memória de Cálculo dos indicadores

Pode ser verificada na tabela 12 uma redução em torno de 67% no consumo de energia elétrica destinada a produção de pão e bolos.

##### **4.2.5.3 Benefício ambiental**

O benefício ambiental é evidenciado pela redução de 965,36kWh.ano<sup>-1</sup> no consumo de energia elétrica da propriedade. Este valor representa uma redução de

8,7% no consumo anual médio de energia elétrica da propriedade, que é de 11.015kWh.ano<sup>-1</sup>.

#### 4.2.5.4 Benefício econômico

Tabela 13 – Benefício econômico anual do estudo de caso 5.

Parâmetro	Custo operacional (R\$.ano <sup>-1</sup> )		Benefício econômico (R\$.ano <sup>-1</sup> )
	Antes	Depois	
Consumo de energia elétrica para cozimento de pães e bolos	361,94	119,44	242,50

O benefício econômico anual decorrente da redução no custo com energia elétrica foi de R\$242,50.

### 4.3 Análise e customização da metodologia de PmaisL para transição agroecológica

#### 4.3.1 Dificuldades e soluções encontradas

A tabela 14 resume as principais dificuldades e respectivas soluções encontradas durante a implantação do programa de PmaisL na propriedade.

Tabela 14 – Principais dificuldades e soluções encontradas na implantação do Programa de PmaisL.

Dificuldade/problema	Etapa do programa	Solução encontrada
Realização do balanço de material: em razão do sistema analisado ser altamente complexo e aberto com constante troca de massa e energia (precipitação, evapotranspiração, luz solar, entre outras).	3 Avaliação	As medições foram realizadas somente nos parâmetros identificados como relevantes para as oportunidades levantadas.
Tempo/período de implantação: foi maior se comparado com implantações normalmente realizadas no setor industrial e de serviços, pois os ciclos de produção no setor primário são mais longos (safras).	2 Pré-avaliação e 3 Avaliação	A identificação e priorização das oportunidades concentraram-se na etapa 2 Pré-avaliação. A etapa 3 Avaliação serviu mais como fase de confirmação dos dados levantados anteriormente.
Quantificação separada de insumos e energia: dificuldade de quantificação específica do consumo de insumos e energia destinados a atividade produtiva e aquele destinado diretamente a família.	2 Pré-avaliação e 3 Avaliação	Foi realizada a quantificação específica de alguns insumos e após concluir-se que o consumo da família era muito baixo em relação ao consumo total da propriedade decidiu-se atribuir o consumo total como sendo destinado integralmente as atividades produtivas.



De acordo com o descrito na tabela 14 as dificuldades encontradas foram solucionadas a contento, não comprometendo desta forma a implantação do programa de PmaisL.

#### **4.3.2 Customização da metodologia de PmaisL para transição agroecológica**

Com o objetivo de prevenir a ocorrência dos problemas citados e de otimizar o processo de implantação da PmaisL em propriedades agrícolas de base ecológica foram identificadas possibilidades de customização do programa em razão da especificidade do sistema produtivo em questão, consistindo de pequenas alterações/adaptações em procedimentos e folhas de trabalho utilizados. Tais sugestões são listadas a seguir:

- incluir um passo exclusivo para realização da análise de viabilidade social das oportunidades, dentro da Etapa 4 Estudos de viabilidade, atualmente não existente na metodologia de implantação de PmaisL, pois para Neto e Oliveira (2010), a transição para estilos de agricultura mais sustentáveis, ocorre a partir das dimensões ambiental, econômica e social. Como base para a elaboração de um modelo para esta análise de viabilidade sugere-se a utilização de três indicadores, descritos posteriormente no item 4.4.4 deste trabalho.

- considerar alguns princípios agroecológicos nas situações que envolvem tomadas de decisão durante a implantação, como: circuitos curtos de comercialização, maximização da diversificação da produção. Houve casos em que oportunidades identificadas foram rejeitadas, pois sua implantação ocasionaria a redução de produção, ou até mesmo a eliminação, de determinados produtos em detrimento do aumento de produção de outros.

- criar uma categoria exclusiva para desperdício de energia na classificação de resíduos segundo a PmaisL, realizada na Etapa 3 Avaliação, modificando desta forma a nomenclatura Categorias de resíduos para Categorias de desperdícios.

- incluir no levantamento de dados realizado na Etapa 2 Pré-avaliação, a indicação “Origem externa ou interna” para os insumos inventariados nesta fase do trabalho, pois a reciclagem interna de materiais e o autoconsumo são aspectos muito relevantes no processo de transição agroecológica.

- priorizar a seleção do foco de avaliação e de oportunidades de PmaisL de acordo com a(s) etapa(s) de transição agroecológica vivenciada (s) no momento pela propriedade. Analisando o processo de implantação do programa de PmaisL sugere-se que as alternativas de PmaisL correspondentes ao nível de aplicação



## 4.4 Análise da contribuição da PmaisL na sustentabilidade da propriedade

### 4.4.1 Análise global

A tabela 15 resume as alternativas de PmaisL utilizadas em cada estudo de caso implantado.

Tabela 15 – Classificação das alternativas de PmaisL utilizadas nos estudos de caso.

Grupo	Classificação de alternativas de PmaisL	Estudos de caso*				
		1	2	3	4	5
Boas Práticas de PmaisL	Otimização de parâmetros operacionais	X	X	X	X	
	Padronização de procedimentos	X	X	X		
	Melhoria do sistema de compras e vendas					
	Melhoria no sistema de informações e treinamento	X	X	X		
	Melhoria no sistema de manutenção					
Processo e Tecnologia	Modificação de tecnologia					X
	Modificação no processo, inclusão ou exclusão de etapas		X			
	Ajustes de layout e de processo	X				
	Automação de processos					
Produto	Pequenas alterações no produto					
	Ajustes no projeto					
	Re-design do produto					
Matérias-primas	Substituição de matéria-prima ou de fornecedor				X	
	Melhoria no preparo da matéria-prima					
	Substituição de embalagens					
Técnicas de tratamento	Logística associada a subprodutos e resíduos					
	Reuso e reciclagem interna	X				
	Reuso e reciclagem externa					
	Técnicas de fim de tubo					

\* 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.

Conforme pode ser verificado na tabela 15, nenhuma das alternativas de minimização dos estudos de caso foi classificada no grupo Produto. Isto pode ser explicado 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 necessitem de aprofundamentos no ramo do melhoramento genético.

As padronizações de peso do pão integral e de tamanho das rapaduras (estudo de caso 2 e 3) promoveram a reflexão em torno da necessidade de padronização de outros produtos. Os proprietários puderam ainda perceber que a PmaisL pode ajudar na substituição de insumos sintéticos por naturais, no caso do estudo de caso 4 e a reduzir a dependência de insumos externos, no caso do estudo de caso 5.

Com exceção da alternativa do estudo de caso 1 classificada como Reuso e reciclagem interna, todas as demais alternativas são correspondentes ao nível 1 – Redução na Fonte. Apesar do baixo retorno econômico, a escolha deste estudo de caso reforça a consciência ecológica já adquirida pelos agricultores em torno do recurso natural água, conforme pode ser confirmado pelos fragmentos de resposta da entrevista, transcritos a seguir:

*“... não polui nascentes, cursos d’água ...” e “... benefício ambiental de um melhor aproveitamento da água”.*

Ainda quanto a entrevista aplicada, analisando o fragmento de resposta “... os dois (PmaisL e o sistema de produção de base ecológica) se preocupam com o meio ambiente e com o desperdício.” é nítido o alinhamento entre o entendimento dos agricultores sobre seu sistema de produção e os preceitos da PmaisL.

Destacando-se o fragmento “... maior conhecimento do processo produtivo ...” fica evidenciada a contribuição técnica para propriedade como um todo, pois a partir deste conhecimento adquirido a família terá melhores condições e possibilidades de avançar no processo de transição agroecológica.

As respostas da entrevista encontram-se no apêndice H – Respostas da entrevista.

#### **4.4.2 Dimensão ambiental**

A tabela 16 indica os impactos ambientais que foram reduzidos em decorrência da implantação dos estudos de caso de PmaisL.

Tabela 16 – Redução de impactos ambientais decorrente da implantação dos estudos de caso de PmaisL.

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

\* 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.

No primeiro estudo de caso houve redução do consumo de água para dessedentação de animais pelo aproveitamento de água da chuva e do efluente da lavagem dos vegetais. Além disto, o efluente era descartado inadequadamente, causando poluição hídrica e do solo.

A minimização do consumo de recursos naturais para a produção de pão integral fica evidente pela redução da quantidade de insumos e energia necessários para a produção de uma unidade de pão integral.

O aumento do tamanho do lote de rapaduras de leite e de amendoim 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.

No estudo de caso 4, além da redução da quantidade de insumos consumidos para adubação, ocorreu a substituição de um fertilizante sintético (fertilizante organomineral) por uma fonte natural de adubação. A poluição hídrica e a do solo são minimizadas no momento em que foram reduzidos os excessos de nutrientes, como o nitrogênio, notadamente causador de contaminação do lençol freático por lixiviação, conforme relata Jadoski et al. (2010).

Além disto, segundo Horta (2012), apesar da baixa mobilidade do fósforo, 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 nitrogênio, a ocorrência do fenômeno de eutrofização dos corpos d'água.

No estudo de caso 5, além da redução do consumo de energia elétrica, foi reduzida a queima de combustível do gerador a óleo, acionado constantemente em função das freqüentes interrupções de fornecimento de energia elétrica para a propriedade.

#### 4.4.3 Dimensão econômica

A tabela 17 resume os dados econômicos dos estudos de caso de PmaisL implantados (Ver cálculos no apêndice E – Estudo de Viabilidade Econômica - Memória de Cálculo e Fluxos de caixa).

Tabela 17 – Dados econômicos dos estudos de caso de PmaisL.

Estudos de caso <sup>*a</sup>	Investimento (R\$)	Benefício econômico anual (R\$)	Payback		V. P. L. <sup>*b</sup> (R\$)	T. I. R. <sup>*c</sup> (%)
			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: 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.

\* b: Valor Presente Líquido

\* c: Taxa Interna de Retorno

Com base na tabela 17, verifica-se que o benefício econômico anual 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.

#### 4.4.4 Dimensão social

Na tabela 18 foram assinalados os indicadores sociais influenciados pela implantação dos estudos de caso de PmaisL. Conforme já citado em 4.3, 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 do programa de PmaisL.

Tabela 18 – Influência dos estudos de caso nos indicadores da dimensão social.

Estudos de caso*	Indicadores		
	Número de horas trabalhadas	Condições de trabalho	Dependência de insumos externos
1		X	X
2		X	
3	X	X	
4		X	X
5	X	X	X

\* 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.

No estudo de caso 1, verificou-se que a modificação no procedimento de lavagem dos vegetais tornou a tarefa mais ergonômica, reduzindo o esforço físico anteriormente realizado para o enchimento e transporte das bacias d'água. Além disto, a utilização de água da chuva reduz a dependência de recursos hídricos.

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

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. 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 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

resultará 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 elétrica para a propriedade.



## **5 Considerações Finais**

A implantação do programa de PmaisL na propriedade, apesar das dificuldades encontradas, 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 do programa de PmaisL no segmento da agricultura familiar de base ecológica.

Os benefícios ambientais e econômicos obtidos pelos estudos de caso puderam ser evidenciados em função da estrutura e das etapas da metodologia utilizada para a implantação do programa. A dimensão social ainda que não contemplada originalmente na metodologia, foi analisada, a partir de elementos identificados no desenvolvimento do trabalho, o que confere ineditismo ao mesmo.

Foi evidenciada uma 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.

Sugere-se que novos trabalhos sejam realizados em outras propriedades agrícolas de base ecológica, para que haja uma melhor customização dos formulários e folhas de trabalho utilizados. Com o intuito de aperfeiçoar ainda mais a metodologia para aplicação nestas propriedades agrícolas, se faz necessária a elaboração de um modelo de análise de viabilidade social das oportunidades identificadas durante o processo de implantação do programa de PmaisL.

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.

## Referências

- AGUSTINI, C. A. di. Gestão Financeira nos micro e pequenos empreendimentos no contexto do agronegócio: uma abordagem de desenvolvimento sustentável. **Revista da Micro e Pequena Empresa**, Campo Limpo Paulista, v. 3, n. 1, p. 3-24, 2009.
- ALMEIDA, G. F. de; ABREU, L. S. Estratégias produtivas e aplicação de princípios de agroecologia: o caso dos agricultores familiares de base ecológica da cooperativa dos agropecuaristas solidários de Itápolis – COAGROSOL. **Revista de Economia Agrícola**, São Paulo, v. 56, n. 1, p. 37-53, jan./jun. 2009.
- ALTIERI, M. **Agroecologia**: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 5.ed. Porto Alegre: UFRGS, 2009. 120 p.
- AVILA, J. L. T.; MONTE-MOR, R. L. de M. Subdesenvolvimento sustentável? Velhas e novas contradições na periferia do capitalismo. **Revista Economia Política**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 381-396, 2011.
- BARBIERI, J. C.; SILVA, D. da. Desenvolvimento sustentável e educação ambiental: uma trajetória comum com muitos desafios. **Revista de Administração Mackenzie**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 51-82, mai./jun. 2011.
- BERTOLLO, V. L. **A adoção da produção mais limpa pelos agricultores familiares produtores de leite no município de Erval Grande – RS**. 2002. 148 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) - Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.
- BRAGA, B. et al. **Introdução a Engenharia Ambiental**. 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318 p.
- BRASIL. Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 141, p. 1, 25 jul. 2006. Seção 1.
- CAPORAL, F. R. **Em defesa de um Plano Nacional de Transição Agroecológica**: compromisso com as atuais e nosso legado para as futuras gerações. Brasília: [s.ed.], 2008. 35 p.

CASADO, G. G.; MOLINA, M. G.; GUZMAN, E. S. **Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible**. Madrid: Mundi Prensa, 2000. 535 p.

DIAS, M. F. P.; PEDROZO, E. A.; SILVA, T. N. Proposição e aplicação prática de um *framework* de análise da sustentabilidade. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 109-122, jan./abr. 2011.

DIÓGENES, V. H. D.; FIGUEIREDO, L. M.; PIMENTA, H. C. D. 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**, Bauru, ano 7, n. 1, p. 141-156, jan./mar. 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Marco Referencial em Agroecologia**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 70 p.

FERRAZ, J. M. G. As dimensões da sustentabilidade e seus indicadores. In: MARQUES, J. F.; SKORUPA, L. A.; FERRAZ, J. M. G. **Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. p. 15-35.

GONÇALVES, M. S. **Gestão de Resíduos Orgânicos**. Porto: Principia, Publicações Universitárias e Científicas, 2005. 104 p.

GORGONIO, A. S.; NOGUEIRA, R. O. **Sistemas integrados de gestão: meio ambiente, qualidade, saúde ocupacional, segurança e responsabilidade: conceitos, definições e termos usuais**. Brasília: SEBRAE, 2001. 132 p.

GUILHOTO, J. J. M. et al. **PIB da Agricultura Familiar: Brasil - Estados**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2007. 172 p.

GUIMARÃES, R. P.; FEICHAS, S. A. Q. Desafios na construção de indicadores de sustentabilidade. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 307-323, jul./dez. 2009.

HORTA, M. C. Comportamento do fósforo nos agroecossistemas. In: I CICLO DE CONFERÊNCIAS. CONSELHO TÉCNICO-CIENTÍFICO: TEMAS ATUAIS DE INVESTIGAÇÃO. **Anais...** Castelo Branco: IPCB, 2012, p. 3-6.

HOOFF, B. V.; MONROY, N.; SAER, A. **Producción más limpia: paradigma de gestión ambiental**. Bogotá: Alfaomega Colombiana, Universidad de Los Andes, 2008. 300 p.

JADOSKI, S. O. et al. Características da lixiviação de nitrato em áreas de agricultura intensiva. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 3, n. 1, p. 193-200, jan./abr. 2010.

KERBER, M.; ABREU, L. S. 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.

KIPERSTOK, A. et al. **Prevenção da Poluição**. Brasília: SENAI/DN, 2002. 290 p.

LEMOS, A. D.; NASCIMENTO, L. F. A produção mais limpa como geradora de inovação e competitividade. **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 23-46, jan./abr. 1999.

LOPES, M.; CASTANHEIRA, E.; FERREIRA, A. D. **Gestão Ambiental e Economia de Recursos**. Porto: Principia Publicações Universitárias e Científicas, 2005. 102 p.

LOPES, P. R.; LOPES, K. C. S. A. 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.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002. 366 p.

MARTINS, C. R.; FARIAS, R. de M. Produção de alimentos x desperdício: tipos, causas e como reduzir perdas na produção agrícola – revisão. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 9, n. 1, p. 20-32. 2002.

MILLER, G. T. **Ciência Ambiental**. São Paulo: Cengage Learning, 2008. 501 p.

MOREIRA, R. M.; CARMO, M. S. Agroecologia na construção do desenvolvimento rural sustentável. **Revista de Economia Agrícola**, São Paulo, v. 51, n. 2, p. 37-56, jul./dez. 2004.

NETO, W. M.; OLIVEIRA, J. T. A. Indicadores agroecológicos para análise do processamento de alimentos em assentamentos rurais: contribuições ao Mesmis. In: ENCONTRO DA REDE DE ESTUDOS RURAIS, 4, 2010, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Programa de Pós-Graduação em Sociologia - UFPR, 2010. 10 p.

OLIVEIRA, E. B. et al. Desenvolvimento sustentável e produção mais limpa: estudo de caso em uma empresa do setor moveleiro. **ConTexto**, Porto Alegre, v. 9, n. 16, jul./dez., 2009.

PACÍFICIO, D. A.; SOGLIO, F. K. Dal. Transição para agricultura de base ecológica: um processo social. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 50-64, 2010.

PHILIPPI JR, A.; AGUIAR, A. O. Auditoria Ambiental. In: PHILIPPI JR, A.; ROMERO, M. A.; BRUNA, G. C. **Curso de Gestão Ambiental**. Barueri: Manole, 2004. p. 805-856.

PIRES, A. M. M.; MATTIAZZO, M. E. **Avaliação da viabilidade do uso de resíduos na agricultura**. Jaguariúna, Circular técnica n. 19, nov. 2008. 9 p.

RIBAS, P. P.; MATSUMURA, A. T. S. A química dos agrotóxicos: impacto sobre a saúde e o ensino. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v. 10, n. 14, p. 149-158, jul./dez. 2009.

SACHS, I. **Rumo à ecossocioeconomia**: teoria e prática do desenvolvimento. São Paulo: Cortez, 2007. 472 p.

SANGUINETTO, E. C., *Design agroecológico de pequena propriedade rural na região da Serra da Mantiqueira, sul de Minas Gerais*. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre v. 7, n. 1, p. 63-81, 2012.

SEIFERT, M. E. B. **Sistemas de gestão ambiental (SGA-ISO 14001)**: melhoria contínua e produção mais limpa na prática e experiência de 24 empresas brasileiras. São Paulo: Atlas, 2011. 156 p.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. **Cinco Fases da Implantação de Técnicas de Produção mais Limpa**. Porto Alegre: CNTL, SENAI-RS, 2003. 103 p.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. **Documento geral**: programa de produção mais limpa. Porto Alegre: CNTL, SENAI-RS, 2003. 68 p.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. **Princípios Básicos de Produção mais Limpa em Matadouros Frigoríficos**. Porto Alegre: CNTL, SENAI-RS, 2003. 59 p.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. **Questões Ambientais e Produção mais Limpa**. Porto Alegre: CNTL, SENAI-RS, 2003. 126 p.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. **Produção mais Limpa em Padarias e Confeitarias**. Porto Alegre: CNTL, SENAI-RS, 2007. 74 p.

SILVA, M. S. L, et al. **Alternativas de insumos para manejo em sistemas agrícolas de base ecológica**. Recife, Circular técnica n. 40, dez. 2008. 14 p.

SIQUEIRA, H. M. 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, 2010.

SMOLINSKI, R.; GUERREIRO, E.; RAIHER, A. P. Análise do mercado de produtos orgânicos: estudo de caso de feira em Ponta Grossa, PR. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, n. 23, p. 167-182, jan./jun. 2011.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME - UNEP; UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION - UNIDO. **Guidance Manual**: How to establish and operate cleaner production centers. Viena: Cleaner Production and Environmental Management Branch – UNIDO, [s. d.]. 231 p.

VESILIND, P. AARNE.; MORGAN, S. M. **Introdução a Engenharia Ambiental**. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 438 p.

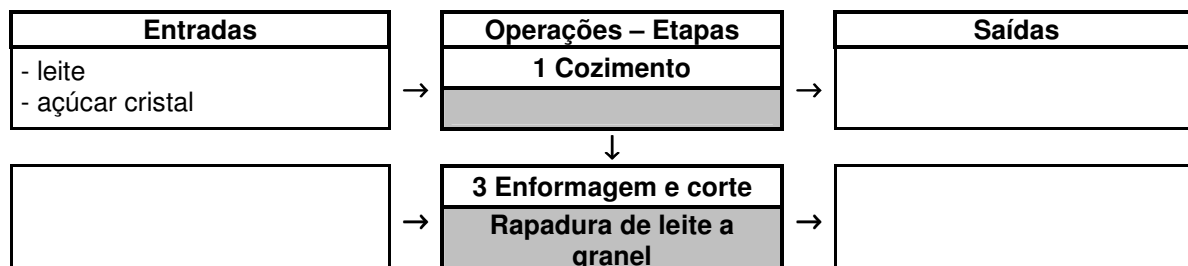
WEIHS, G.; WEISSEL, W. **ECOPROFIT – Profits from Cleaner Production**: Project Replication Guideline. Austria: Centric Austria International, 2005. 62 p.

## **Apêndices**

### Apêndice A – Folhas de Trabalho – Exemplo de Plano de Medições

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

Rapadura de leite



FICHA DO PLANO DE MEDIÇÕES		
<b>Metodologia utilizada para realizar as medições</b>		
- Açúcar cristal e Rapadura de leite a granel serão pesados. - Leite será medido em volume		
<b>Determinação dos recursos necessários</b>		
- balança; - recipiente com volume conhecido		
<b>Definição da frequência, período e parâmetros a serem monitorados</b>		
Parâmetro	Frequência	Período
Açúcar		
Leite		
Rapadura de leite a granel		
<b>Responsável pela coleta de dados:</b>		<b>Endrigo</b>

## Apêndice B – Folhas de Trabalho – Análise quantitativa de entradas e saídas antes da PmaisL

### B1. 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

Lavagem de vegetais – 2 lotes

ENTRADAS			PROCESSO PRODUTIVO	SAÍDAS		
Insumos	Água	Energia	Etapas	Efluentes Líquidos	Res. Sólidos	Emis. Atmosf.
- vegetais classificados (241 molhos)	- água de lavagem (260L)		Lavagem dos vegetais Vegetais lavados (241 molhos)	- efluente da lavagem (254,8L)		

Lote 1 – 08/04/2013 – segunda-feira

Molhos lavados: 20 de couve manteiga, 50 de alface, 15 de rúcula e 14 de couve verde; Total: 99 molhos e 80L de água de lavagem.

Lote 2 – 17/04/2013 – quarta-feira

Molhos lavados: 25 de couve verde, 29 de mostarda, 16 de couve manteiga, 43 de alface, 20 de rúcula e 9 de rabanete.

Total: 142 molhos e 180L de água de lavagem.

TOTAL: 241 molhos e 260L de água de lavagem

Do total de água de lavagem consumida, cerca de 2% fica retida nos vegetais lavados e cerca de 8% é desperdiçada na movimentação das bacias e no escoamento da água dos vegetais, não sendo efetivamente utilizada para a lavagem. A geração total de efluente de lavagem é estimada como sendo de 98% da água consumida nesta etapa.

Projeção anual:

Considerando a produção anual de 43.500 molhos de olerícolas (alface, couve, rúcula, mostarda), rabanete, beterraba e cenoura são projetados o consumo anual de água de lavagem e a geração de efluente de lavagem.

Consumo anual de água de lavagem dos vegetais:  $43.500/241 \times 260L = 46.929L = 46,9m^3$

Geração total de efluente da lavagem dos vegetais:  $46,9 \times 0,98 = 45,96m^3$



## B2. Estudo de caso 2: Redução da geração de resíduo incorporado ao pão integral pela padronização do peso do produto

Pão integral – 1 lote – 21 unidades

ENTRADAS			PROCESSO PRODUTIVO	SAÍDAS		
Insumos	Água	Energia	Etapas	Efluentes Líquidos	Res. Sólidos	Emis. Atmosf.
- farinha de trigo (5kg)			1 Recepção e Mistura			
- farinha de trigo integral (3kg)						
- açúcar cristal (52g)	- água (4,5L)					
- óleo (300g)			Massa misturada (12.795g)			
- sal (110g)						
- fermento biológico (25g)			6 Resfriamento natural			
			Pão integral (11.937g)			

O peso final do produto (11.937g) equivale a 21 unidades de pão, sendo a média de peso por unidade de 568,42g. Cada unidade é vendida a R\$2,50.

Pão integral – projeção anual:

Com base no consumo anual de farinha de trigo integral (240kg) realizou-se a projeção anual (x 80) de consumo dos insumos, de água e da produção de pão integral, conforme segue: Farinha de trigo (400kg); Farinha de trigo integral (240kg); Açúcar cristal (4,16kg); Óleo (24kg); Sal (8,8kg); Fermento biológico (2kg); Água (360L) e Pão integral (954,96kg).

### B3. Estudo de caso 3: Eliminação da geração de subproduto de rapadura de leite e de amendoim pela adequação das formas

Rapadura de leite – média de 2 lotes

ENTRADAS			PROCESSO PRODUTIVO	SAÍDAS		
Insumos	Água	Energia	Etapas	Efluentes Líquidos	Res. Sólidos	Emis. Atmosf.
- leite (4,2L)			1 Cozimento			
- açúcar cristal (3.006g)						
			3 Enformagem e corte			
			Rapadura de leite (3.129g)		- subproduto rapadura de leite de canto (327g)	

Cada lote de produção de rapaduras contém 40 unidades. As unidades de rapaduras de centro (36 unidades do lote) são comercializadas a R\$0,70 enquanto as de subprodutos de rapaduras de canto (4 unidades do lote) a R\$0,50. O lote inteiro totaliza uma receita de R\$27,20.

O Lote 1 produziu um total de 3.378g de rapadura, sendo que as produzidas nos cantos da forma totalizaram 312g e o restante (centro da forma) pesou 3.066g. O lote 2 produziu um total de 3.534g, sendo que as produzidas nos cantos totalizaram 342g e as de centro 3.192g.

Valores médios: total geral = 3.456g; total canto = 327g; total centro = 3.129g; unidade canto = 81,75g; unidade centro = 86,91g.

Rapadura de leite – projeção anual:

A projeção de produção anual de rapaduras de leite considerada foi de 350 rapaduras semanais durante 8 meses e 175 rapaduras semanais durante 4 meses. Desta forma, tem-se aproximadamente:

4,3 semanas x 8 meses x 350 rapaduras = 12.000 rapaduras de leite

4,3 semanas x 4 meses x 175 rapaduras = 3.000 rapaduras de leite

Totalizando 15.000 rapaduras no ano

Considerando que 10% do lote (4 de 40 unidades) são de rapaduras de canto, tem-se que a projeção anual deste subproduto é de 1.500 unidades, equivalente a 122,63kg e a receita total anual foi estimada em R\$750,00.

Considerando que 90% do lote (36 de 40 unidades) são de rapaduras de centro, tem-se uma projeção anual de 13.500 unidades, equivalente a 1.173,29kg. A receita total anual com rapaduras de centro é estimada em R\$9.450,00.

A produção total anual de rapaduras de leite (centro + subproduto de canto) é de 1.295,92kg, equivalente a uma receita anual de R\$10.200,00.

#### Rapadura de amendoim – média de 3 lotes

ENTRADAS			PROCESSO PRODUTIVO	SAÍDAS		
Insumos	Água	Energia	Etapas	Efluentes Líquidos	Res. Sólidos	Emis. Atmosf.
- açúcar mascavo (752,7g)	- água (400mL)		1 Preparação da calda			
			2 Mistura			
- amendoim moído (453,3g)						
			4 Resfriamento e corte			
			Rapadura de amendoim (1.006,7g)		- Subproduto rapadura de amendoim de canto (246g)	

Cada lote de produção de rapaduras contém 20 unidades. As unidades de rapaduras de centro (16 unidades do lote) são comercializadas a R\$0,70 enquanto as unidades de rapaduras de canto (4 unidades do lote) a R\$0,50. O lote inteiro totaliza uma receita de R\$13,20.

Lote	Açúcar mascavo (g)	Amendoim moído (g)	Total insumos (amendoim + açúcar)	Rapaduras de centro (g)	Subproduto rapaduras de canto (g)	Total Rapadura de amendoim (g)
1	752	456	1.208	964	278	1.242
2	754	450	1.204	1.012	228	1.240
3	752	454	1.206	1.044	232	1.276
Média	752,7	453,3	1.206	1.006,7	246	1.252,7

Rapadura de amendoim – projeção anual:

A projeção da produção anual de rapaduras de amendoim foi baseada em 250 rapaduras semanais durante 8 meses e 125 rapaduras semanais durante 4 meses. Desta forma, tem-se:

4,3 semanas x 8 meses x 250 rapaduras = 8.600 rapaduras de amendoim

4,3 semanas x 4 meses x 125 rapaduras = 2.150 rapaduras de amendoim

Totalizando 10.750 rapaduras ao ano.

Considerando que 20% do lote (4 de 20 unidades) são de rapaduras de canto, tem-se que a projeção anual deste subproduto é de 2.150 unidades, equivalente a 132,23kg e a receita total anual estimada foi de R\$1.075,00.

Considerando que 80% do lote (16 de 20 unidades) são de rapaduras de centro, tem-se uma projeção anual de 8.600 unidades, equivalente a 536,66kg. A receita total anual com rapaduras de centro foi estimada em R\$6.020,00.

A produção total anual de rapaduras de amendoim (centro + subproduto de canto) foi estimada em 668,89kg, equivalente a uma receita anual de R\$7.095,60.

#### B4. Estudo de caso 4: Substituição de fertilizante organomineral por fosfato natural na adubação de milho

Produção de milho – 1 safra

ENTRADAS			PROCESSO PRODUTIVO	SAÍDAS		
Insumos	Água	Energia	Etapas	Efluentes Líquidos	Res. Sólidos	Emis. Atmosf.
- fertilizante organomineral (900kg)			1 Preparo do solo			
			2 Colheita			
			Grãos de milho (7,5t)			

Foram aplicados 900kg de fertilizante organomineral, sendo 450kg (7-10-14) na base e 450kg (10-10-7) na cobertura, numa área plantada de 1,5ha, perfazendo 600kg.ha<sup>-1</sup>. A produtividade em grãos foi de 5t.ha<sup>-1</sup>.

Aporte de N ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) =  $300\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \times 0,07 + 300\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \times 0,1 = 51\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

Aporte de  $\text{P}_2\text{O}_5$  ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) =  $300\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \times 0,1 + 300\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \times 0,1 = 60\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

Aporte de  $\text{K}_2\text{O}$  ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) =  $300\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \times 0,14 + 300\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \times 0,07 = 63\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

### B5. Estudo de caso 5: Redução do consumo de energia elétrica no forno elétrico pela adaptação do forno a lenha

Forno elétrico – projeção anual

ENTRADAS			PROCESSO PRODUTIVO	SAÍDAS		
Insumos	Água	Energia	Etapas	Efluentes Líquidos	Res. Sólidos	Emis. Atmosf.
		- energia elétrica (1.440,83kWh)	1 Cozimento 5.200 unidades pães 2.080 unidades bolos 7.280 unidades (pães e bolos)			

Potência do forno elétrico:  $1.750\text{W} = 1,75\text{kW}$ ; Capacidade do forno elétrico: 6 unidades; Tempo de operação do forno para produção de 6 unidades de pães: 45min; Produção anual de pães: 5.200 unidades.

- Tempo total anual de operação do forno elétrico para produção de pães:  $5.200/6 \times 45\text{min} = 39.000\text{min} = 650\text{h}$ .
- Consumo anual de energia para pão integral de:  $1,75\text{kW} \times 650\text{h} = 1.137,50\text{kWh}$ .

Tempo de operação do forno para produção de 6 unidades de bolos: 30min; Produção anual de bolos: 2.080 unidades.

- Tempo total anual de operação do forno elétrico para produção de bolos:  $2.080/6 \times 30\text{min} = 10.400\text{min} = 173,33\text{h}$ .
- Consumo anual de energia para pão integral de:  $1,75\text{kW} \times 173,33\text{h} = 303,33\text{kWh}$ .

Consumo anual de energia elétrica no forno elétrico para produção de pães e bolos =  $303,33\text{kWh} + 1.137,5\text{kWh} = 1.440,83\text{kWh}$ .

**Apêndice C – Folhas de Trabalho – Categorias do subproduto, resíduo, efluente ou emissão**

Nº	Categorias	Efluente da lavagem dos vegetais	Resíduo incorporado ao produto (pão integral)	Subproduto de rapadura de canto	Desperdício de fertilizante organomineral	Desperdício de energia elétrica
A	Matérias-primas e insumos não utilizados	X		X	X	
B	Produtos não comercializados		X			
C	Impurezas e substâncias secundárias nas matérias-primas					
D	Subprodutos e resíduos inevitáveis	X				
E	Subprodutos e resíduos não desejados		X	X	X	
F	Materiais auxiliares usados					
G	Substâncias produzidas na partida ou parada de equipamentos e sistemas					
H	Lotes mal produzidos e refugos					
I	Resíduos e materiais de manutenção e reposição					
J	Materiais de manuseio, transporte e estocagem					
K	Materiais de amostragem e análises					
L	Perdas devido à evaporação e emissões					
M	Materiais de distúrbios operacionais e vazamentos					
N	Materiais de embalagem					

## Apêndice D – Folhas de Trabalho – Exemplo de Ficha de controle de indicadores

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

<b>FICHA DE CONTROLE DO INDICADOR</b>		
<b>Nome do indicador:</b> Taxa de geração de subproduto de rapadura de leite de canto		
<b>Descrição do indicador</b>		
Este indicador relativo serve para demonstrar o percentual de subproduto de rapadura de leite de canto produzido em relação a produção total de rapaduras de leite. A unidade é %.		
<b>Ação a ser adotada ou procedimento a ser revisado para melhorar o índice do indicador</b>		
Eliminar a geração de subproduto de rapaduras de leite de canto.		
<b>Classificação e desenvolvimento da base de dados</b>		
Serão pesadas a produção total de rapaduras de leite em cada lote e a geração de subproduto de rapaduras de leite de canto produzidas		
<b>Determinação dos recursos necessários</b>		
- balança		
<b>Busca de fatores de conversão e cálculo do índice</b>		
O peso de subproduto de rapaduras de leite de canto produzido deve ser dividido pelo peso total produzido no lote e após multiplicado por 100.		
<b>Definição da frequência, período e parâmetros a serem monitorados</b>		
<b>Parâmetro</b>	<b>Frequência</b>	<b>Período</b>
Produção (peso) de rapaduras de leite		
Geração (peso) de subproduto de rapaduras de leite de canto		
<b>Nome do responsável pela coleta de dados:</b>		

### Apêndice E – Estudo de Viabilidade Econômica - Memória de cálculo e Fluxos de caixa

#### E1. 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

Memória de cálculo

Parâmetros	Situação atual (R\$)	Situação esperada (R\$)	Unidade
consumo de energia elétrica	18,80	0,00	kWh.ano <sup>-1</sup>
custo unitário de energia elétrica	0,2512	0,2512	R\$.ano <sup>-1</sup>
custo total de energia elétrica	<b>4,72</b>	<b>0,00</b>	<b>R\$.ano<sup>-1</sup></b>
<b>Total</b>	<b>4,72</b>	<b>0,00</b>	<b>R\$.ano<sup>-1</sup></b>

Gastos com investimentos	R\$
Instalação do tanque (tubulação e conexões)	30,00
<b>Total</b>	<b>30,00</b>



## Fluxos de caixa

### Fluxo de caixa atual

Fluxo de caixa atual		(valores em R\$)									
Discriminação	Ano										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Receitas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
receitas de vendas		-									
* Custos Operacionais	-	(4,72)	(4,72)	(4,72)	(4,72)	(4,72)	(4,72)	(4,72)	(4,72)	(4,72)	(4,72)
consumo de energia elétrica		(4,72)	(4,72)	(4,72)	(4,72)	(4,72)	(4,72)	(4,72)	(4,72)	(4,72)	(4,72)
Fluxo de Caixa Líquido	-	(4,72)	(4,72)	(4,72)	(4,72)	(4,72)	(4,72)	(4,72)	(4,72)	(4,72)	(4,72)
* valores negativos											

\* valores negativos

### Fluxo de caixa esperado

Discriminação	Ano										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* Investimentos	(30,00)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
instalação do tanque (tubulação e conexões)	-30,00										
Receitas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
receitas de vendas											
* Despesas Operacionais	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
consumo de energia elétrica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluxo de Caixa Líquido	(30,00)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

\* valores negativos

### Fluxo de caixa incremental

Discriminação	Ano										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fluxo de caixa esperado	(30,00)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluxo de caixa atual	-	(4,72)	(4,72)	(4,72)	(4,72)	(4,72)	(4,72)	(4,72)	(4,72)	(4,72)	(4,72)
Diferença Líquida	(30,00)	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72
Depreciação (-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lucro Tributável	-	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72
IRPJ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lucro Líquido	-	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72
Depreciação (+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluxo de Caixa Incremental	(30,00)	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72	4,72

### Informações adicionais

INVESTIMENTO = R\$ 30,00  
 DEPRECIAÇÃO INVESTIMENTO 1 = ao ano  
 TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE = 6%  
 IRPJ = sobre o lucro real  
 Simples ou Lucro Presumido = sobre a receita de vendas

Obs.: O percentual a ser informado nestes campos deve ser Colocar aqui a taxa mais atrativa praticada pelo mercado.

### Índices econômicos

PERÍODO DE RECUPERAÇÃO DO CAPITAL (em anos) = 6,35 (em meses) = 76,23 (em dias) = 2.286,90  
 VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL) = R\$ 4,76 Representa o valor economizado ao longo do projeto, trazido a valor de hoje.  
 TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR) = 9,2% Representa o percentual de lucratividade do projeto.

Obs.: Para a taxa mínima de atratividade foi considerado o rendimento médio da caderneta de poupança no mês de agosto de 2013 (0,5%), extrapolado para valor anual (6%).

## E2. Estudo de caso 2: Redução da geração de resíduo incorporado ao pão integral pela padronização do peso do produto

### Memória de cálculo

Parâmetros	Situação atual (R\$)	Situação esperada (R\$)	Unidade
consumo de farinha de trigo	400,00	357,20	kg.ano <sup>-1</sup>
custo unitário da farinha de trigo	1,50	1,50	R\$.kg <sup>-1</sup>
custo total de farinha de trigo	<b>600,00</b>	<b>535,80</b>	<b>R\$.ano<sup>-1</sup></b>
consumo de farinha de trigo integral	240,00	214,30	kg.ano <sup>-1</sup>
custo unitário da farinha de trigo integral	1,50	1,50	R\$.kg <sup>-1</sup>
custo total de farinha de trigo integral	<b>360,00</b>	<b>321,45</b>	<b>R\$.ano<sup>-1</sup></b>
consumo de açúcar cristal	4,16	3,71	kg.ano <sup>-1</sup>
custo unitário de açúcar cristal	2,00	2,00	R\$.kg <sup>-1</sup>
custo total de açúcar cristal	<b>8,32</b>	<b>7,42</b>	<b>R\$.ano<sup>-1</sup></b>
consumo de óleo	24,00	21,40	kg.ano <sup>-1</sup>
custo unitário de óleo	3,30	3,30	R\$.kg <sup>-1</sup>
custo total óleo	<b>79,20</b>	<b>70,62</b>	<b>R\$.ano<sup>-1</sup></b>
consumo de sal	8,80	7,85	kg.ano <sup>-1</sup>
custo unitário de sal	0,60	0,60	R\$.kg <sup>-1</sup>
custo total de sal	<b>5,28</b>	<b>4,71</b>	<b>R\$.ano<sup>-1</sup></b>
consumo de fermento biológico	2,00	1,80	kg.ano <sup>-1</sup>
custo unitário de fermento biológico	15,00	15,00	R\$.kg <sup>-1</sup>
custo total de fermento biológico	<b>30,00</b>	<b>26,70</b>	<b>R\$.ano<sup>-1</sup></b>
<b>Total</b>	<b>1.082,80</b>	<b>966,70</b>	<b>R\$.ano<sup>-1</sup></b>

Gastos com investimentos	R\$
sem investimento*	1,00
<b>Total</b>	<b>1,00</b>

\* Obs.: Foi atribuído o valor de R\$1,00 de investimento para que fosse possível o cálculo do Período de recuperação de capital (*payback*) e da Taxa interna de retorno (TIR).

## Fluxos de caixa

### Fluxo de caixa atual

Fluxo de caixa atual		(valores em R\$)									
		Ano									
Discriminação	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Receitas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
receitas de vendas											
* Custos Operacionais	-	(1.082,80)	(1.082,80)	(1.082,80)	(1.082,80)	(1.082,80)	(1.082,80)	(1.082,80)	(1.082,80)	(1.082,80)	(1.082,80)
consumo de farinha de trigo		(600,00)	(600,00)	(600,00)	(600,00)	(600,00)	(600,00)	(600,00)	(600,00)	(600,00)	(600,00)
consumo de farinha de trigo integral		(360,00)	(360,00)	(360,00)	(360,00)	(360,00)	(360,00)	(360,00)	(360,00)	(360,00)	(360,00)
consumo de açúcar cristal		(8,32)	(8,32)	(8,32)	(8,32)	(8,32)	(8,32)	(8,32)	(8,32)	(8,32)	(8,32)
consumo de óleo		(79,20)	(79,20)	(79,20)	(79,20)	(79,20)	(79,20)	(79,20)	(79,20)	(79,20)	(79,20)
consumo de sal		(5,28)	(5,28)	(5,28)	(5,28)	(5,28)	(5,28)	(5,28)	(5,28)	(5,28)	(5,28)
consumo de fermento biológico		(30,00)	(30,00)	(30,00)	(30,00)	(30,00)	(30,00)	(30,00)	(30,00)	(30,00)	(30,00)
Fluxo de Caixa Líquido	-	(1.082,80)	(1.082,80)	(1.082,80)	(1.082,80)	(1.082,80)	(1.082,80)	(1.082,80)	(1.082,80)	(1.082,80)	(1.082,80)
* valores negativos											

### Fluxo de caixa esperado

Discriminação	Ano										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* Investimentos	(1,00)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
sem investimento	-1,00										
Receitas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
receitas de vendas											
* Despesas Operacionais	-	(966,70)	(966,70)	(966,70)	(966,70)	(966,70)	(966,70)	(966,70)	(966,70)	(966,70)	(966,70)
consumo de farinha de trigo		(535,80)	(535,80)	(535,80)	(535,80)	(535,80)	(535,80)	(535,80)	(535,80)	(535,80)	(535,80)
consumo de farinha de trigo integral		(321,45)	(321,45)	(321,45)	(321,45)	(321,45)	(321,45)	(321,45)	(321,45)	(321,45)	(321,45)
consumo de açúcar cristal		(7,42)	(7,42)	(7,42)	(7,42)	(7,42)	(7,42)	(7,42)	(7,42)	(7,42)	(7,42)
consumo de óleo		(70,62)	(70,62)	(70,62)	(70,62)	(70,62)	(70,62)	(70,62)	(70,62)	(70,62)	(70,62)
consumo de sal		(4,71)	(4,71)	(4,71)	(4,71)	(4,71)	(4,71)	(4,71)	(4,71)	(4,71)	(4,71)
consumo de fermento biológico		(26,70)	(26,70)	(26,70)	(26,70)	(26,70)	(26,70)	(26,70)	(26,70)	(26,70)	(26,70)
Fluxo de Caixa Líquido	(1,00)	(966,70)	(966,70)	(966,70)	(966,70)	(966,70)	(966,70)	(966,70)	(966,70)	(966,70)	(966,70)
* valores negativos											

### Fluxo de caixa incremental

Discriminação	Ano										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fluxo de caixa esperado	(1,00)	(966,70)	(966,70)	(966,70)	(966,70)	(966,70)	(966,70)	(966,70)	(966,70)	(966,70)	(966,70)
Fluxo de caixa atual	-	(1.082,80)	(1.082,80)	(1.082,80)	(1.082,80)	(1.082,80)	(1.082,80)	(1.082,80)	(1.082,80)	(1.082,80)	(1.082,80)
Diferença Líquida	(1,00)	116,10	116,10	116,10	116,10	116,10	116,10	116,10	116,10	116,10	116,10
Depreciação (-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lucro Tributável	-	116,10	116,10	116,10	116,10	116,10	116,10	116,10	116,10	116,10	116,10
IRPJ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lucro Líquido	-	116,10	116,10	116,10	116,10	116,10	116,10	116,10	116,10	116,10	116,10
Depreciação (+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluxo de Caixa Incremental	(1,00)	116,10	116,10	116,10	116,10	116,10	116,10	116,10	116,10	116,10	116,10

#### Informações adicionais

INVESTIMENTO = R\$ 1,00  
 DEPRECIAÇÃO INVESTIMENTO 1 = ao ano Obs.: O percentual a ser informado nestes campos deve ser  
 TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE = 6% Colocar aqui a taxa mais atrativa praticada pelo mercado.  
 IRPJ = sobre o lucro real  
 Simples ou Lucro Presumido = sobre a receita de vendas

#### Índices econômicos

PERÍODO DE RECUPERAÇÃO DO CAPITAL (em anos) = 0,01 (em meses) = 0,10 (em dias) = 3,10  
 VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL) = R\$ 853,51 Representa o valor economizado ao longo do projeto, trazido a valor de hoje.  
 TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR) = 11610,0% Representa o percentual de lucratividade do projeto.

Obs.: Para a taxa mínima de atratividade foi considerado o rendimento médio da cademeta de poupança no mês de agosto de 2013 (0,5%), extrapolado para valor anual (6%).

### E3. Estudo de caso 3: Eliminação da geração de subproduto de rapadura de leite e de amendoim pela adequação das formas

#### Memória de cálculo

Parâmetros	Situação atual (R\$)	Situação esperada (R\$)	Unidade
produção de rapadura de leite	13.500,00	15.000,00	unidade.ano <sup>-1</sup>
preço unitário de venda	0,70	0,70	R\$.un <sup>-1</sup>
receita de venda produto rapadura de leite	<b>9.450,00</b>	<b>10.500,00</b>	<b>R\$.ano<sup>-1</sup></b>
geração de subproduto de rapadura de canto de leite	1.500,00	-	unidade.ano <sup>-1</sup>
receita de venda de subproduto de rapadura de canto de leite	0,50	0,50	R\$.un <sup>-1</sup>
receita de venda produto rapadura de leite	<b>750,00</b>	-	<b>R\$.ano<sup>-1</sup></b>
produção de rapadura de amendoim	8.600,00	10.750,00	unidade.ano <sup>-1</sup>
preço unitário de venda	0,70	0,70	R\$.un <sup>-1</sup>
receita de venda produto rapadura de amendoim	<b>6.020,00</b>	<b>7.525,00</b>	<b>R\$.ano<sup>-1</sup></b>
geração de subproduto de rapadura de canto de amendoim	2.150,00	-	unidade.ano <sup>-1</sup>
receita de venda de subproduto de rapadura de canto de amendoim	0,50	0,50	R\$.un <sup>-1</sup>
receita de venda produto rapadura de leite	<b>1.075,0</b>	-	<b>R\$.ano<sup>-1</sup></b>
<b>Total</b>	<b>17.295,00</b>	<b>18.025,00</b>	<b>R\$.ano<sup>-1</sup></b>

Gastos com investimentos	R\$
Custo da aquisição de duas formas e régua	170,00
<b>Total</b>	<b>170,00</b>

## Fluxos de caixa

### Fluxo de caixa atual

(valores em R\$)

Discriminação	Ano										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Receitas	-	17.295,00	17.295,00	17.295,00	17.295,00	17.295,00	17.295,00	17.295,00	17.295,00	17.295,00	17.295,00
receitas de vendas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
rapadura de leite e de amendoim	-	15.470,00	15.470,00	15.470,00	15.470,00	15.470,00	15.470,00	15.470,00	15.470,00	15.470,00	15.470,00
subproduto de rapadura de leite e de amendoim	-	1.825,00	1.825,00	1.825,00	1.825,00	1.825,00	1.825,00	1.825,00	1.825,00	1.825,00	1.825,00
* Custos Operacionais	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluxo de Caixa Líquido	-	17.295,00	17.295,00	17.295,00	17.295,00	17.295,00	17.295,00	17.295,00	17.295,00	17.295,00	17.295,00

\* valores negativos

### Fluxo de caixa esperado

Fluxo de caixa esperado	Ano										
Discriminação	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* Investimentos	(170,00)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
custo de aquisição de duas formas e régua	-170,00										
Receitas	-	18.025,00	18.025,00	18.025,00	18.025,00	18.025,00	18.025,00	18.025,00	18.025,00	18.025,00	18.025,00
receitas de vendas											
rapadura de leite e de amendoim		18.025,00	18.025,00	18.025,00	18.025,00	18.025,00	18.025,00	18.025,00	18.025,00	18.025,00	18.025,00
subproduto de rapadura de leite e de amendoim											
* Despesas Operacionais	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluxo de Caixa Líquido	(170,00)	18.025,00	18.025,00	18.025,00	18.025,00	18.025,00	18.025,00	18.025,00	18.025,00	18.025,00	18.025,00

\* valores negativos

### Fluxo de caixa incremental

Fluxo de caixa incremental	Ano											
	Discriminação	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		(170,00)	18.025,00	18.025,00	18.025,00	18.025,00	18.025,00	18.025,00	18.025,00	18.025,00	18.025,00	18.025,00
		-	17.295,00	17.295,00	17.295,00	17.295,00	17.295,00	17.295,00	17.295,00	17.295,00	17.295,00	17.295,00
		(170,00)	730,00	730,00	730,00	730,00	730,00	730,00	730,00	730,00	730,00	730,00
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	730,00	730,00	730,00	730,00	730,00	730,00	730,00	730,00	730,00	730,00
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	730,00	730,00	730,00	730,00	730,00	730,00	730,00	730,00	730,00	730,00
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		(170,00)	730,00	730,00	730,00	730,00	730,00	730,00	730,00	730,00	730,00	730,00

#### Informações adicionais

INVESTIMENTO = R\$ 170,00  
 DEPRECIÇÃO INVESTIMENTO 1 = ao ano  
 TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE = 6%  
 IRPJ = sobre o lucro real  
 Simples ou Lucro Presumido = sobre a receita de vendas

#### Índices econômicos

PERÍODO DE RECUPERAÇÃO DO CAPITAL (em anos) = 0,23 (em meses) = 2,79 (em dias) = 83,84  
 VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL) = R\$ 5.202,86 Representa o valor economizado ao longo do projeto, trazido a valor de hoje.  
 TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR) = 429,4% Representa o percentual de lucratividade do projeto.

Obs.: Para a taxa mínima de atratividade foi considerado o rendimento médio da caderneta de poupança no mês de agosto de 2013 (0,5%), extrapolado para valor anual (6%).

#### E4. Estudo de caso 4: Substituição de fertilizante organomineral por fosfato natural na adubação de milho

Memória de cálculo

Parâmetros	Situação atual (R\$)	Situação esperada (R\$)	Unidade
consumo de fertilizante organomineral adubação de milho	900,00	150,00	kg.ano <sup>-1</sup>
custo unitário de fertilizante organomineral adubação de milho	1,00	0,80	R\$.kg <sup>-1</sup>
custo total de fertilizante organomineral adubação de milho	<b>900,00</b>	<b>120,00</b>	<b>R\$.ano<sup>-1</sup></b>
<b>Total</b>	<b>900,00</b>	<b>120,00</b>	<b>R\$.ano<sup>-1</sup></b>

Gastos com investimentos	R\$
análise de solo	25,00
<b>Total</b>	<b>25,00</b>

## Fluxos de caixa

### Fluxo de caixa atual

Discriminação	Ano										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Receitas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
receitas de vendas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
* Custos Operacionais	-	(900,00)	(900,00)	(900,00)	(900,00)	(900,00)	(900,00)	(900,00)	(900,00)	(900,00)	(900,00)
consumo de fertilizante organomineral	-	(900,00)	(900,00)	(900,00)	(900,00)	(900,00)	(900,00)	(900,00)	(900,00)	(900,00)	(900,00)
Fluxo de Caixa Líquido	-	(900,00)	(900,00)	(900,00)	(900,00)	(900,00)	(900,00)	(900,00)	(900,00)	(900,00)	(900,00)

\* valores negativos

### Fluxo de caixa esperado

Discriminação	Ano										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* Investimentos	(25,00)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
análise de solo	-25,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Receitas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
receitas de vendas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
* Despesas Operacionais	-	(120,00)	(120,00)	(120,00)	(120,00)	(120,00)	(120,00)	(120,00)	(120,00)	(120,00)	(120,00)
consumo de fosfato natural	-	(120,00)	(120,00)	(120,00)	(120,00)	(120,00)	(120,00)	(120,00)	(120,00)	(120,00)	(120,00)
Fluxo de Caixa Líquido	(25,00)	(120,00)	(120,00)	(120,00)	(120,00)	(120,00)	(120,00)	(120,00)	(120,00)	(120,00)	(120,00)

\* valores negativos

### Fluxo de caixa incremental

Discriminação	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fluxo de caixa esperado	(25,00)	(120,00)	(120,00)	(120,00)	(120,00)	(120,00)	(120,00)	(120,00)	(120,00)	(120,00)	(120,00)
Fluxo de caixa atual	-	(900,00)	(900,00)	(900,00)	(900,00)	(900,00)	(900,00)	(900,00)	(900,00)	(900,00)	(900,00)
Diferença Líquida	(25,00)	780,00	780,00	780,00	780,00	780,00	780,00	780,00	780,00	780,00	780,00
Depreciação (-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lucro Tributável	-	780,00	780,00	780,00	780,00	780,00	780,00	780,00	780,00	780,00	780,00
IRPJ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lucro Líquido	-	780,00	780,00	780,00	780,00	780,00	780,00	780,00	780,00	780,00	780,00
Depreciação (+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluxo de Caixa Incremental	(25,00)	780,00	780,00	780,00	780,00	780,00	780,00	780,00	780,00	780,00	780,00

### Informações adicionais

INVESTIMENTO = R\$ 25,00  
 DEPRECIAÇÃO INVESTIMENTO 1 = ao ano  
 TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE = 6%  
 IRPJ = sobre o lucro real  
 Simples ou Lucro Presumido = sobre a receita de vendas

Obs.: O percentual a ser informado nestes campos deve ser Colocar aqui a taxa mais atrativa praticada pelo mercado.

### Índices econômicos

PERÍODO DE RECUPERAÇÃO DO CAPITAL (em anos) = 0,03 (em meses) = 0,38 (em dias) = 11,54  
 VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL) = R\$ 5.715,87 Representa o valor economizado ao longo do projeto, trazido a valor de hoje.  
 TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR) = 3120,0% Representa o percentual de lucratividade do projeto.

Obs.: Para a taxa mínima de atratividade foi considerado o rendimento médio da caderneta de poupança no mês de agosto de 2013 (0,5%), extrapolado para valor anual (6%).

## E5. Estudo de caso 5: Redução do consumo de energia elétrica no forno elétrico pela adaptação do forno a lenha

Memória de cálculo

Parâmetros	Situação atual (R\$)	Situação esperada (R\$)	Unidade
consumo de energia elétrica fornos elétricos	1.440,83	475,47	kWh.ano <sup>-1</sup>
custo unitário de energia elétrica fornos elétricos	0,2512	0,2512	R\$.kWh <sup>-1</sup>
custo total de energia elétrica fornos elétricos	<b>361,94</b>	<b>119,44</b>	<b>R\$.ano<sup>-1</sup></b>
<b>Total</b>	<b>361,94</b>	<b>119,44</b>	<b>R\$.ano<sup>-1</sup></b>

Gastos com investimentos	R\$
Obra de adaptação do forno a lenha	400,00
<b>Total</b>	<b>400,00</b>



# Fluxos de caixa

## Fluxo de caixa atual

Fluxo de caixa atual											(valores em R\$)
Discriminação	Ano										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Receitas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
receitas de vendas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
* Custos Operacionais	-	(361,94)	(361,94)	(361,94)	(361,94)	(361,94)	(361,94)	(361,94)	(361,94)	(361,94)	(361,94)
consumo de energia elétrica	-	(361,94)	(361,94)	(361,94)	(361,94)	(361,94)	(361,94)	(361,94)	(361,94)	(361,94)	(361,94)
Fluxo de Caixa Líquido	-	(361,94)	(361,94)	(361,94)	(361,94)	(361,94)	(361,94)	(361,94)	(361,94)	(361,94)	(361,94)
* valores negativos											

\* valores negativos

## Fluxo de caixa esperado

Fluxo de caixa esperado	Discriminação	Ano										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	* Investimentos	(400,00)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	obra de adaptação do fomo	-400,00										
	Receitas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	receitas de vendas											
	* Despesas Operacionais	-	(119,44)	(119,44)	(119,44)	(119,44)	(119,44)	(119,44)	(119,44)	(119,44)	(119,44)	(119,44)
	consumo de energia elétrica		(119,44)	(119,44)	(119,44)	(119,44)	(119,44)	(119,44)	(119,44)	(119,44)	(119,44)	(119,44)
	Fluxo de Caixa Líquido	(400,00)	(119,44)	(119,44)	(119,44)	(119,44)	(119,44)	(119,44)	(119,44)	(119,44)	(119,44)	(119,44)

\* valores negativos

## Fluxo de caixa incremental

Discriminação	Ano										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fluxo de caixa esperado	(400,00)	(119,44)	(119,44)	(119,44)	(119,44)	(119,44)	(119,44)	(119,44)	(119,44)	(119,44)	(119,44)
Fluxo de caixa atual	-	(361,94)	(361,94)	(361,94)	(361,94)	(361,94)	(361,94)	(361,94)	(361,94)	(361,94)	(361,94)
Diferença Líquida	(400,00)	242,50	242,50	242,50	242,50	242,50	242,50	242,50	242,50	242,50	242,50
Depreciação (-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lucro Tributável	-	242,50	242,50	242,50	242,50	242,50	242,50	242,50	242,50	242,50	242,50
IRPJ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lucro Líquido	-	242,50	242,50	242,50	242,50	242,50	242,50	242,50	242,50	242,50	242,50
Depreciação (+)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluxo de Caixa Incremental	(400,00)	242,50	242,50	242,50	242,50	242,50	242,50	242,50	242,50	242,50	242,50

## Informações adicionais

INVESTIMENTO = R\$ 400,00  
 DEPRECIACÃO INVESTIMENTO 1 = ao ano Obs.: O percentual a ser informado nestes campos deve ser  
 TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE = 6% Colocar aqui a taxa a mais atrativa praticada pelo mercado.  
 IRPJ = sobre o lucro real  
 Simples ou Lucro Presumido = sobre a receita de vendas

## Índices econômicos

PERÍODO DE RECUPERAÇÃO DO CAPITAL (em anos) = 1,65 (em meses) = 19,79 (em dias) = 593,82  
 VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL) = R\$ 1.384,81 Representa o valor economizado ao longo do projeto, trazido a valor de hoje.  
 TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR) = 60,1% Representa o percentual de lucratividade do projeto.

Obs.: Para a taxa mínima de atratividade foi considerado o rendimento médio da caderneta de poupança no mês de agosto de 2013 (0,5%), extrapolado para valor anual (6%).

## Apêndice F – Folhas de Trabalho – Análise quantitativa de entradas e saídas depois da PmaisL

### F1. 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

Lavagem de vegetais

ENTRADAS			PROCESSO PRODUTIVO	SAÍDAS		
Insumos	Água	Energia	Etapas	Efluentes Líquidos	Res. Sólidos	Emis. Atmosf.
- vegetais classificados	- água de lavagem	- acionamento da bomba de recalque	Lavagem dos vegetais Vegetais lavados	- efluente da lavagem		

Projeção anual:

- Consumo de água de lavagem: considerando a redução do desperdício de 8% no consumo de água pela substituição das bacias pelas caixas e pelo novo procedimento de lavagem tem-se que o consumo anual de água de lavagem dos vegetais é de:  $46,9\text{m}^3 \times 0,92 = 43,15\text{m}^3$ . Redução do consumo de água =  $46,9\text{m}^3 - 43,15\text{m}^3 = 3,75\text{m}^3$ .

- Geração de efluente da lavagem: considerando que 2% da água fica retida nos vegetais, a geração de efluente da lavagem dos vegetais é de:  $43,15\text{m}^3 \times 0,98 = 42,29\text{m}^3.\text{ano}^{-1}$ .

- Captação e aproveitamento de água da chuva: admitindo-se uma precipitação média mensal de 125mm, área de captação de  $40\text{m}^2$  e eficiência de captação de 90%:  $0,125\text{m} \times 40\text{m}^2 \times 0,90 \times 12 \text{ meses} = 54\text{m}^3.\text{ano}$ .

Reuso total:  $42,29\text{m}^3 + 54,00\text{m}^3 = 96,29\text{m}^3$ . Somada a redução do consumo de água de  $3,75\text{m}^3$ , a economia total de água é de  $96,29\text{m}^3 + 3,75\text{m}^3 = 100,04\text{m}^3.\text{ano}^{-1}$ .

Redução do consumo de energia elétrica da bomba de recalque: Vazão da bomba =  $8\text{m}^3.\text{h}^{-1}$ , para uma vazão de  $100,04\text{m}^3$ , tem-se um tempo de operação da bomba de:  $100,04/8 = 12,5\text{h}$ . Sendo a potência da bomba de 1,5kW, o consumo de energia elétrica neste tempo será de  $18,8\text{kWh}.\text{ano}^{-1}$ .

## F2. Estudo de caso 2: Redução da geração de resíduo incorporado ao pão integral pela padronização do peso do produto

Pão integral

ENTRADAS			PROCESSO PRODUTIVO	SAÍDAS		
Insumos	Água	Energia	Etapas	Efluentes Líquidos	Res. Sólidos	Emis. Atmosf.
			1 Recepção e Mistura			
			6 Resfriamento natural			
			Pão integral			

Amostragem 1 (5 unidades de pão integral) = 518g; 500g; 528g; 530g; 462g. Média = 507,6g

Amostragem 2 (6 unidades de pão integral) = 520g; 490g; 495g; 530g; 495g; 516g. Média = 507,6g

Peso médio da unidade de pão integral antes da PmaisL = 568,4g

Peso médio da unidade de pão integral depois da PmaisL = 507,6g

Redução de peso do produto final = 568,4g – 507,6g = 60,8g

% de redução = (60,8g/568,4g) X 100 = 10,7%

Pão integral – projeção anual:

Baseando-se na redução de 10,7% em relação ao peso do pão antes da PmaisL, tem-se as projeções de consumo anual de insumos e de água, conforme segue: Farinha de trigo = 400kg x 0,893 = 357,2kg; Farinha de trigo integral = 240kg x 0,893 = 214,3kg; Açúcar cristal = 4,16kg x 0,893 = 3,71kg; Óleo = 24kg x 0,893 = 21,4kg; Sal = 8,8kg x 0,893 = 7,85kg; Fermento biológico = 2kg x 0,893 = 1,78kg; Água = 360L x 0,893 = 321,5L.

### F3. Estudo de caso 3: Eliminação da geração de subproduto de rapadura de leite e de amendoim pela adequação das formas

Rapadura de leite – projeção anual:

A produção total anual de rapaduras de leite é de 1.295,92kg, equivalente a 15.000 unidades de rapaduras de leite.

Considerando o mesmo preço unitário de venda da situação “antes” da PmaisL de R\$0,70, tem-se que a receita anual obtida pela venda de rapaduras de leite será de R\$10.500 (15.000 unidades X R\$0,70).

Rapadura de amendoim – projeção anual:

A produção total anual de rapaduras de amendoim é de 668,89kg, equivalente a 10.750 unidades de rapaduras de amendoim. Considerando o mesmo preço unitário de venda da situação “antes” da PmaisL de R\$0,70, tem-se que a receita anual obtida pela venda de rapaduras de amendoim será de R\$7.525,00 (10.750 unidades X R\$0,70).

### F4. Estudo de caso 4: Substituição de fertilizante organomineral por fosfato natural na adubação de milho

Produção de milho – 1 safra

ENTRADAS			PROCESSO PRODUTIVO	SAÍDAS		
Insumos	Água	Energia	Etapas	Efluentes Líquidos	Res. Sólidos	Emis. Atmosf.
- fosfato natural reativo (150kg)			1 Preparo do solo			
			2 Colheita			
			Grãos de milho (7,5t)			

Em substituição ao fertilizante organomineral utilizado foram aplicados 150kg de fosfato natural reativo, numa área plantada de 1,5ha, perfazendo 100kg.ha<sup>-1</sup>.

### F5. Estudo de caso 5: Redução do consumo de energia elétrica no forno elétrico pela adaptação do forno a lenha

Forno elétrico – projeção anual

ENTRADAS			PROCESSO PRODUTIVO	SAÍDAS		
Insumos	Água	Energia	Etapas	Efluentes Líquidos	Res. Sólidos	Emis. Atmosf.
			1 Cozimento			
		- energia elétrica (475,47kWh)	5.200 unidades pães 2.080 unidades bolos 7.280 unidades (pães e bolos)			

Considerando uma redução de 2/3 no consumo de energia elétrica antes da PmaisL (1.440,83kWh), tem-se:

Consumo de energia elétrica depois da PmaisL =  $1.440,83\text{kWh} \times 0,33 = 475,47\text{kWh}$ .

## Apêndice G – Memória de cálculo dos indicadores

### G1. 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

#### 1a Consumo de água de lavagem por vegetais lavados

*Antes da PmaisL*

Consumo de água de lavagem =  $46,9\text{m}^3 = 46.900\text{L}$ ; Quantidade de molhos de vegetais lavados = 43.500 molhos.

Índice do indicador:  $46.900\text{L}/43.500 \text{ molhos} = 1,08\text{L.molho}^{-1}$ .

*Depois da PmaisL*

Consumo de água de lavagem =  $43,15\text{m}^3 = 43.500\text{L}$ ; Quantidade de molhos de vegetais lavados = 43.500 molhos.

Índice do indicador:  $43.500\text{L}/43.500 \text{ molhos} = 1,00\text{L.molho}^{-1}$ .

#### 1b Reuso de efluente da lavagem dos vegetais e de água da chuva

*Antes da PmaisL*

Reuso de efluente da lavagem dos vegetais =  $0\text{m}^3$ ; Captação e aproveitamento da água da chuva =  $0\text{m}^3$ ;

Índice do indicador:  $0\text{m}^3$

*Depois da PmaisL*

Reuso de efluentes da lavagem dos vegetais para dessedentação =  $42,29\text{m}^3.\text{ano}^{-1}$ ; Captação e aproveitamento da água da chuva: admitindo-se uma precipitação média mensal de 125mm, área de captação de  $40\text{m}^2$  e eficiência de captação de 90%:  $0,125\text{m} \times 40\text{m}^2 \times 0,85 \times 12 = 54,00\text{m}^3.\text{ano}^{-1}$ .

Índice do indicador:  $42,29\text{m}^3 + 54,00\text{m}^3 = 96,29\text{m}^3$

### G2. Estudo de caso 2: Redução da geração de resíduo incorporado ao pão integral pela padronização do peso do produto

#### 2a Taxa de geração de resíduo incorporado ao produto

*Antes da PmaisL*

Peso da unidade de pão integral = 568,42g; Peso esperado = 500g

Peso excedente =  $568,42\text{g} - 500\text{g} = 68,42\text{g}$

Índice do indicador:  $(68,42\text{g}/500,00\text{g}) \times 100 = 13,68\%$

*Depois da PmaisL*

Peso da unidade de pão integral = 507,6g; Peso esperado = 500g

Peso excedente =  $507,6\text{g} - 500\text{g} = 7,6\text{g}$

Índice do indicador:  $(7,6\text{g}/500\text{g}) \times 100 = 1,5\%$

#### 2b Custo com farinha de trigo por produção de pão integral

*Antes da PmaisL*

Quantidade de farinha utilizada na produção do lote: Farinha de trigo = 5kg; Farinha de trigo integral = 3kg; Custo de aquisição de farinha: Farinha de trigo =  $5\text{kg} \times \text{R\$}1,5.\text{kg}^{-1} = \text{R\$}7,5$ ; Farinha de trigo integral =  $3\text{kg} \times \text{R\$}1,5.\text{kg}^{-1} = \text{R\$}4,5$ ; Total =  $\text{R\$}13,0$ ; Produção do lote = 21 unidades

Índice do indicador:  $\text{R\$}13/21 \text{ unidades} = \text{R\$}0,62.\text{unidade}^{-1}$ .

*Depois da PmaisL*

Quantidade de farinha utilizada na produção do lote: Farinha de trigo = 4,58kg; Farinha de trigo integral = 2,74kg; Custo de aquisição da farinha: Farinha de trigo =  $4,58\text{kg} \times \text{R\$}1,5.\text{kg}^{-1} = \text{R\$}6,87$ ; Farinha de trigo integral =  $2,74\text{kg} \times \text{R\$}1,5.\text{kg}^{-1} = \text{R\$}4,11$ ; Total =  $\text{R\$}10,98$ ; Produção do lote = 21 unidades.

Índice do indicador:  $\text{R\$}10,98/21 \text{ unidades} = \text{R\$}0,53.\text{unidade}^{-1}$ .

## **2c Consumo de insumos por receita de venda de pão integral**

*Antes da PmaisL*

Consumo total de insumos no lote: Farinha de trigo (5kg) + Farinha de trigo integral (3kg) + Açúcar cristal (52g) + óleo (300g) + sal (110g) + fermento biológico (25g) = 8.487g de insumos; Receita total do lote = 21 unidades  $\times \text{R\$}2,50 = \text{R\$}52,50$

Índice do indicador:  $8.487\text{g}/\text{R\$}52,5 = 161,65\text{g}.\text{R\$}^{-1}$ .

*Depois da PmaisL*

Consumo total de insumos no lote: Farinha de trigo (4,47kg) + Farinha de trigo integral (2,68kg) + Açúcar cristal (46,38g) + óleo (267,5g) + sal (98,13g) + fermento biológico (22,3g) = 7.584,31g de insumos

Receita total do lote = 21 unidades  $\times \text{R\$}2,50 = \text{R\$}52,50$

Índice do indicador:  $7.584,31\text{g}/\text{R\$}52,5 = 144,46 \text{ g}.\text{R\$}^{-1}$ .

## **G3. Estudo de caso 3: Eliminação da geração de subproduto de rapadura de leite e de amendoim pela adequação das formas**

### **3a Taxa de geração de subproduto de rapadura de leite de canto**

*Antes da PmaisL*

Peso total do lote = 3.456g; Peso do subproduto de rapaduras de canto = 327g

Índice do indicador:  $(327\text{g}/3.456\text{g}) \times 100 = 9,46\%$

*Depois da PmaisL*

Peso de subproduto de rapadura de leite de canto = 0g

Índice do indicador: 0%

### **3b Receita por unidade de rapadura de leite**

*Antes da PmaisL*

Receita total do lote =  $\text{R\$}27,20$ ; Quantidade do lote: 40 unidades

Índice do indicador:  $\text{R\$}27,20/40 \text{ unidades} = \text{R\$}0,68.\text{unidade}^{-1}$ .

*Depois da PmaisL*

Receita total do lote =  $\text{R\$}31,50$ ; Quantidade do lote: 45 unidades

Índice do indicador:  $\text{R\$}31,50/45 \text{ unidades} = \text{R\$} 0,70.\text{unidade}^{-1}$ .

### **3c Taxa de geração de subproduto de rapadura de amendoim de canto**

*Antes da PmaisL*

Peso total do lote = 1.252,7g; Peso do subproduto de rapaduras de canto = 246g

Índice do indicador:  $(246\text{g}/1.252,7\text{g}) \times 100 = 19,63\%$

*Depois da PmaisL*

Peso de subproduto de rapadura de amendoim de canto = 0g

Índice do indicador: 0%

### **3d Receita por unidade de rapadura de amendoim**

*Antes da PmaisL*

Receita total do lote = R\$13,20; Quantidade do lote: 20 unidades

Índice do indicador:  $R\$13,20/20 \text{ unidades} = R\$0,66.\text{unidade}^{-1}$ .

*Depois da PmaisL*

Receita total do lote = R\$31,50; Quantidade do lote: 45 unidades

Índice do indicador:  $R\$31,50/45 \text{ unidades} = R\$0,70.\text{unidade}^{-1}$ .

## **G4. Estudo de caso 4: Substituição de fertilizante organomineral por fosfato natural na adubação de milho**

### **4a Consumo total de fertilizante organomineral**

*Antes da PmaisL*

Índice do indicador: 3,5t

*Depois da PmaisL*

Índice do indicador:  $3,5t - 0,9t = 2,6t$ .

### **4b Consumo de insumos externos de adubação para produção de milho por hectare plantado de milho**

*Antes da PmaisL*

Consumo total de insumos externos de adubação para a produção de milho: 18 sacos de 50kg = 900kg; Área plantada de milho = 1,5ha

Índice do indicador:  $900\text{kg}/1,5\text{ha} = 600\text{kg}.\text{ha}^{-1}$

*Depois da PmaisL*

Consumo total de insumos externos de adubação para a produção de milho: 3 sacos de 50kg = 150kg; Área plantada de milho = 1,5ha

Índice do indicador:  $150\text{kg}/1,5\text{ha} = 100\text{kg}.\text{ha}^{-1}$ .

## **G5. Estudo de caso 5: Redução do consumo de energia elétrica no forno elétrico pela adaptação do forno a lenha**

### **5a Consumo de energia elétrica dos fornos elétricos para a produção de pães e bolos**

*Antes da PmaisL*

Consumo total anual de energia elétrica dos fornos elétricos para a produção de pães e bolos = 1.440,83kWh

*Depois da PmaisL*

Consumo total anual de energia elétrica dos fornos elétricos para a produção de pães e bolos = 475,47kWh



### **5b Consumo de energia elétrica dos fornos elétricos por produção de pães e bolos**

#### *Antes da PmaisL*

Consumo total anual de energia elétrica dos fornos elétricos para a produção de pães e bolos = 1.440,83kWh; Produção total de pães e bolos: 5.200 unidades de pães + 2.080 unidades de bolos = 7.280 unidades.

Índice do indicador:  $1.440,83\text{kWh} / 7.280 \text{ unidades} = 0,197\text{kWh.unidade}^{-1} = 197\text{Wh.unidade}^{-1}$ .

#### *Depois da PmaisL*

Consumo total anual de energia elétrica dos fornos elétricos para a produção de pães e bolos = 475,47kWh; Produção total de pães e bolos: 5.200 unidades de pães + 2.080 unidades de bolos = 7.280 unidades.

Índice do indicador:  $475,47\text{kWh} / 7.280 \text{ unidades} = 0,0656\text{kWh.unidade}^{-1} = 65,6\text{Wh.unidade}^{-1}$ .

## **Apêndice H – Respostas da entrevista**

1 É uma atividade que além de dar sustento a família não agride o meio ambiente e nem deixa resíduo para o consumidor.

2 Econômico: tem um custo menor de insumos; Social: usa mais mão-de-obra; Ambiental: não polui nascentes, cursos d'água e solo.

3 Não.

4 Sim, achávamos que tinha, mas descobrimos que é possível diminuir bastante, mesmo não conseguindo acabar com tudo.

5 Sim, no econômico se teve maior conhecimento do processo produtivo; do ambiental teve um aproveitamento melhor da água.

6 ---

7 Existe, os dois se preocupam com o meio ambiente e com o desperdício.