

**Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD**  
**Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais-FCBA**

**Curso: Gestão Ambiental**

**Alison de Souza Oliveira**

**Avaliação Emergética dos Sistemas de Produção do Sítio Passarini, Assentamento  
Itamarati-MS**

**Dourados-MS**

**2018**

**Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD**  
**Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais-FCBA**

**Curso: Gestão Ambiental**

**Alison de Souza Oliveira**

**Avaliação Emergética dos Sistemas de Produção do Sítio Passarini, Assentamento  
Itamarati-MS**

Relatório final, apresentado a Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências para a obtenção do título de Gestor Ambiental.

**Dourados-MS**

**2018**

**Avaliação Emergética dos Sistemas de Produção do Sítio Passarini, Assentamento  
Itamarati-MS**

Dourados, 24 de agosto de 2018

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Mario Vito Comar (orientador)  
Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD

---

Prof. Ivo de Sá Motta (avaliador)  
EMBRAPA-Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste-CPAO

---

Prof. Mirko Valenzuela Turdera (avaliador)  
Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

O48a Oliveira, Alison De Souza

Avaliação emergética dos sistemas de produção do sítio Passarini,  
assentamento Itamarati-MS / Alison De Souza Oliveira -- Dourados: UFGD,  
2018.

36f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Mario Vito Comar

TCC (Graduação em Gestão Ambiental)-Universidade Federal da Grande  
Dourados

Inclui bibliografia

1. Emergia. 2. Sistemas de produção agrícola. 3. Sustentabilidade. 4.  
Contribuições ambientais. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente a Deus por ser essencial em minha vida, pela força e perseverança que tem me dado para vencer essa caminhada.

À memória de meu pai Aparecido de Oliveira, pelo carinho, apoio, dedicação, amor e confiança recebido de minha mãe, Erondina de Souza Rosa, e meu irmão Eric Juliano de Souza Oliveira.

A todos meus familiares, em especial minha tia Benedita de Souza Rosa, meu primo Danilo de Souza Cano e meu tio Clodoaldo de Souza Rosa pelo apoio recebido e pelas palavras de incentivo.

Ao Sr. José C. Passarini sua esposa Mariza A. de O. Pereira e sua filha Janaina de Oliveira Passarini, todos proprietários do sítio Passarini, por permitirem a realização da Avaliação Emergética nos cultivos presentes na propriedade.

Aos meus amigos da IX turma do curso de Gestão Ambiental, em especial a Laís C. Rodrigues, Fernanda C. de A. Marques, Milla D. de Oliveira, Fernando L. de Almeida e Eugênio S. Oliveira por estarem sempre ao meu lado e por acreditarem sempre em mim durante todas as etapas.

À Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) pela oportunidade de cursar gratuitamente e com qualidade o curso de Gestão Ambiental.

Ao meu orientador, Dr. Mario Vito Comar, pelos ensinamentos e orientação sempre com muito cuidado, paciência, dedicação e tolerância. Com você aprendi e evolui muito na pesquisa utilizando a metodologia Emergética.

À professora Dr. Zefa Valdivina Pereira pelos ensinamentos passados, pelo carinho, apoio e oportunidades ofertadas.

Aos demais professores da FCBA e da UFGD que contribuíram com ensinamentos passados de disciplina a disciplina, fica aqui o meu muito obrigado.



## Resumo

A busca pela sustentabilidade produtiva como forma de evitar gastos e manter recursos naturais para o futuro está presente em vários meios de produção existentes hoje em nosso planeta, principalmente nas pequenas propriedades rurais onde predomina a agricultura familiar em pequena escala. Independente do sistema produtivo, existe uma série de fatores envolvidos desde o plantio até a colheita do produto, fatores esses que se encontram sempre aliados à três tipos de contribuições, sendo elas: Contribuições Ambientais, Humanas e Tecnológicas. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma Avaliação Emergética dos sistemas produtivos presentes no Sítio Passarini (Melancia, Tomate e Milho-Verde) localizado no Assentamento Itamarati CUT-I, levando em consideração todas as contribuições necessárias até a comercialização dos produtos, realizando cálculos através da Metodologia Emergética. Comparando os resultados obtidos nos três sistemas produtivos avaliados, o sistema produtivo de tomate foi o mais prejudicial do ponto de vista ambiental e econômico, apresentando a menor Porcentagem Renovável (R/U) 0,16, a menor Razão de Produção por Energia (EYR) 1,50, a maior Razão por Investimento (EIR) 2,00, a maior Razão de Carga Ambiental (ELR) 5,19 e o menor Índice de Sustentabilidade Ambiental (ESI) 0,29. O sistema produtivo de Melancia apresentou a maior Porcentagem Renovável (R/U), 0,29, a segunda maior Razão de Produção por Energia (EYR), 1,75, a segunda maior Razão por Investimento (EIR) 1,33, a menor Razão de Carga Ambiental (ELR) 2,44 e o maior Índice de Sustentabilidade Ambiental (ESI), 0,72, sendo considerado o sistema produtivo mais sustentável do ponto de vista ambiental. O sistema produtivo de Milho Verde Melancia apresentou a segunda maior Porcentagem Renovável (R/U), 0,18, a maior Razão de Produção por Energia (EYR), 2,04, a menor Razão por Investimento (EIR) 0,96, a segunda maior Razão de Carga Ambiental (ELR) 4,69 e o segundo maior Índice de Sustentabilidade Ambiental (ESI), 0,43, sendo considerado o sistema produtivo mais positivo e lucrativo ao produtor do ponto de vista econômico. Diante dos resultados obtidos durante a realização do trabalho, a metodologia Emergética provou ser uma ferramenta eficaz para o cálculo dos sistemas produtivos avaliados, resultando em valores realísticos das contribuições ambientais, sociais e econômicas que envolvem cada sistema produtivo.

**Palavras Chave:** Agricultura Familiar, Sistemas Produtivos, Energia, Sustentabilidade Ambiental.

## ABSTRACT

The quest for productive sustainability as a way of avoiding expenses and maintaining natural resources for the future is present in several means of production that exist today on our planet, especially in small rural properties where small-scale family farming predominates. Regardless of the production system, there are a number of factors involved from planting to harvesting, which are always allied to three types of contributions: Environmental, Human and Technological Contributions. Therefore, the objective of this study was to carry out an emergency evaluation of the productive systems present in the Passarini (Watermelon, Tomato and Sweet-Corn) Site located in the Itamarati CUT-I Settlement, taking into account all necessary contributions until the products are commercialized, performing calculations through the Energy Methodology. Comparing the results obtained in the three productive systems evaluated, the tomato production system was the most damaging from the environmental and economic point of view, presenting the lowest Renewable Percentage (R / U) 0.16, the lowest Energy Yield Ratio (EYR) 1.50, the highest Energy Investment Ratio (EIR) 2.00, the highest Environmental Loading Ratio (ELR) 5.19 and the lowest Environmental Sustainability Index (ESI) 0.29. The Watermelon production system had the highest Renewable Percentage (R / U), 0.29, the second highest Energy Yield Ratio (EYR), 1.75, the second highest Energy Investment Ratio (EIR) 1.33, the lower Environmental Loading Ratio (ELR) 2.44 and the highest Environmental Sustainability Index (ESI), 0.72, being considered the most sustainable production system from the environmental point of view. The Sweet-Corn production system presented the second highest Renewable Percentage (R / U), 0.18, the highest Energy Yield Ratio (EYR), 2.04, the lowest Energy Investment Ratio (EIR) 0.96, the second highest Environmental Loading Ratio (ELR), 4.69 and the second highest Environmental Sustainability Index (ESI), 0.43, being considered the most positive and profitable production system for the producer from the economic point of view. Considering the results obtained during the work, the emergence methodology proved to be an effective tool for the calculation of the evaluated productive systems, resulting in realistic values of the environmental, social and economic contributions that involve each productive system.

**Key Words:** Family Agriculture, Production Systems, Energy, Environmental Sustainability.



## Índice

<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>JUSTIFICATIVA</b>	<b>12</b>
<b>PERGUNTA GERADORA</b>	<b>12</b>
<b>HIPÓTESE CENTRAL</b>	<b>12</b>
HIPÓTESE DE OCORRÊNCIA	13
<b>OBJETIVO</b>	<b>13</b>
<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>13</b>
LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS	13
CONDIÇÕES CLIMÁTICAS	14
SOLOS	15
ESTABELECIMENTO AGRÍCOLA - SÍTIO PASSARINI	16
VARIÁVEIS	17
<b>METODOLOGIA</b>	<b>18</b>
<b>ETAPAS METODOLÓGICAS</b>	<b>18</b>
1ª Etapa: Visão Panorâmica pelos Diagramas Sistêmicos	18
2ª Etapa: Tabelas de Avaliação Emergética	20
3ª Etapa: Cálculo dos índices emergéticos	21
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>23</b>
INTRODUÇÃO	23
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>37</b>
<b>ANEXO</b>	<b>38</b>
<b>CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DA PESQUISA</b>	<b>38</b>

## Introdução

Tendo trabalhado como agricultor familiar no Assentamento Itamarati, me interessei em entender melhor as contribuições dos serviços ambientais aos sistemas produtivos na escala dos assentados e achei a proposta metodológica apresentada pela Metodologia Emergética interessante, pois ela quantifica em termos de memória energética, em unidades de energia solar equivalentes, o fluxo de energia entre os sistemas naturais e os sistemas produtivos humanos neles inseridos. Outra importante questão é a valoração destes serviços e sua relação com o esforço do agricultor que resulta no seu meio de vida. Qual a relação entre recursos naturais, seus serviços, os serviços do agricultor e o valor final dos produtos advindos do seu trabalho? A Metodologia Emergética pode lançar luz sobre estas relações?

Portanto, resolveu-se partir pela avaliação Emergética dos três principais sistemas produtivos do Sítio Passarini, de 17,5 ha, distribuídos ao longo do período de um ano, sendo que cada cultura precisa de 3 a 4 meses para seu pleno desenvolvimento, vindo a totalizar os 12 meses do ciclo anual.

Em meio aos diversos sistemas de produção e comércio existentes hoje em nosso planeta, a busca pela sustentabilidade como forma de garantia de evitar gastos excessivos e manter recursos naturais para o futuro, torna-se cada vez mais presente nos meios de cultivo, principalmente em pequenas propriedades rurais onde predomina a agricultura familiar em pequena escala.

O conceito de sustentabilidade tem se dirigido principalmente às questões ambientais. Contudo este conceito é dinâmico e abrange diferentes dimensões, entre elas, também as sociais, econômicas e políticas (STOFFEL, 2014).

Ignacy Sachs tem definido 8 diferentes dimensões, adicionando às acima mencionadas as de sustentabilidade cultural, ecológica, territorial, política nacional, política internacional (SACHS, 2002, p. 85-89).

***Cultural:** referente a mudanças no interior da comunidade (equilíbrio entre respeito à tradição e inovação), capacidade de autonomia para elaboração de um projeto nacional integrado e endógeno (em oposição às cópias servis dos modelos alienígenas) e autoconfiança, combinada com abertura para o mundo.*

***Ecológica:** relacionada à preservação do potencial do capital natural na sua produção de recursos renováveis e à limitação do uso dos recursos não renováveis.*

**Territorial:** refere-se a configurações urbanas e rurais balanceadas (eliminação das inclinações urbanas nas alocações do investimento público), melhoria do ambiente urbano, superação das disparidades inter-regionais e estratégias de desenvolvimento ambientalmente seguras para áreas ecologicamente frágeis.

**Política (Nacional):** democracia definida em termos de apropriação universal dos direitos humanos, desenvolvimento da capacidade do Estado para implementar o projeto nacional, em parceria com todos os empreendedores e um nível razoável de coesão social.

**Política (Internacional):** baseada na eficácia do sistema de prevenção de guerras da ONU, na garantia da paz e na promoção da cooperação internacional, Pacote Norte-Sul de co-desenvolvimento, baseado no princípio da igualdade (regras do jogo e compartilhamento da responsabilidade de favorecimento do parceiro mais fraco), controle institucional efetivo do sistema internacional financeiro e de negócios, controle institucional efetivo da aplicação do Princípio da Precaução na gestão do meio ambiente e dos recursos naturais, prevenção das mudanças globais negativas, proteção da diversidade biológica (e cultural), gestão do patrimônio global, como herança comum da humanidade, sistema efetivo de cooperação científica e tecnológica internacional e eliminação parcial do caráter commodity da ciência e tecnologia, também como propriedade da herança comum da humanidade. (SACHS, 2002, p. 85-89).

Sem deixar de lado os saberes técnicos e culturais adquiridos pelo produtor, na agricultura familiar, a busca pela sustentabilidade exige mudanças, não somente técnicas ou biológicas, mas também mudanças sociais, econômicas e políticas (STOFFEL, 2014).

A diversificação produtiva na agricultura familiar é essencial para sua sustentabilidade socioeconômica, política, cultural e ambiental, promovendo o melhor desenvolvimento na região em que se encontra inserida (DALCIN, 2010).

Dentro de um sistema produtivo, a sustentabilidade pode ser vista em função da relação da quantidade de recursos naturais renováveis com os recursos naturais não renováveis utilizada para manter o funcionamento de um sistema (ORTEGA E MILLER, 2001). Sendo assim, independente do sistema produtivo, existe uma série de fatores envolvidos desde o plantio, o manejo, a mão-de-obra e a colheita, fatores esses que se encontram sempre aliados à três tipos de contribuições, sendo elas: Contribuições Ambientais, Humanas e Tecnológicas. No Assentamento Itamarati não é diferente, uma vez que o sucesso do sistema produtivo é totalmente dependente dos fatores e contribuições acima citados.

Diante desse cenário, almejando melhores resultados econômicos e ecológicos durante a produção, a Avaliação Emergética é proposta como uma ferramenta mais adequada para avaliar os sistemas produtivos, proporcionando uma visão de ganhos ambientais e econômicos independentemente do modo de produção adotado, auxiliando ainda na comercialização do produto em busca de um valor mais realístico.

## **Justificativa**

A Avaliação Emergética tem sido usada para entender a relação entre sistemas produtivos humanos e os ecossistemas nos quais estão inseridos, gerando subsídios para seu aperfeiçoamento por meio de processos de planejamento e gestão da sua produção.

Esta metodologia, aplicada ao sistema produtivo do Sítio Passarini, município de Ponta Porã, pode auxiliar na tomada de decisão sobre as culturas produtivas presentes, ou orientar a adoção de um sistema mais equilibrado e ecologicamente harmonioso, capaz de reduzir gastos e evitar perdas, além de diversificar ainda mais a gama de espécies no Sítio, considerando a transição gradativa para um sistema orgânico e/ou agroecológico.

A abordagem Emergética do sistema possibilita descrever a integração de processos ecológicos nos ecossistemas com processos produtivos agrícolas, buscando melhores resultados econômicos e ambientais, ao mesmo tempo em que aponta para uma diversificação do sistema e sua produção.

O conhecimento das contribuições ambientais, humanas e tecnológicas, que são utilizadas e consideradas vitais para o sistema, serão identificadas e evidenciadas neste estudo, visando mostrar a importância desses conhecimentos para a conservação dos recursos naturais e sensibilização na busca da sustentabilidade produtiva, além de auxiliar na definição mais justa do valor real do produto, resultante do sistema produtivo utilizado.

## **Pergunta Geradora**

É possível por meio da contabilidade Emergética atribuir valor<sup>1</sup> aos produtos da terra incorporando as contribuições ambientais às antrópicas dentro dos sistemas produtivos avaliados?

## **Hipótese Central**

A Avaliação Emergética evidencia e leva em conta todas as contribuições ambientais nos sistemas produtivos humanos no cálculo do valor embutido nos produtos, podendo vir a propor medidas que melhorem o uso e gestão dos recursos naturais e reduzam as perdas que ocorrem dentro do sistema.

---

<sup>1</sup> “Valor” nesse sentido incorpora o conceito de quanto a natureza e os processos ecossistêmicos contribuem ao processo produtivo, sendo o fluxo de energia, quantificado em valores emergéticos, o indexador comum para avaliar estas contribuições. Este valor não está normalmente incluído no preço, ou o valor venal do produto no mercado, levando a propor uma nova forma de contabilidade ambiental que possa melhorar a percepção da necessidade da gestão ambiental destes processos produtivos.

Hipótese de Ocorrência: A falta de inclusão das contribuições ambientais na atual contabilidade do sistema produtivo do Sítio Passarini, omite valores relevantes dos custos ambientais presentes no sistema, resultando numa percepção de menor dependência dos serviços ambientais, uma vez que, os mesmos não são quantificados e evidenciados, subestimando o impacto do sistema de produção sobre os recursos naturais.

## Objetivo

Realizar uma Avaliação Emergética dos sistemas produtivos do Sítio Passarini, localizado no Assentamento Itamarati, CUT I, Município de Ponta Porã-MS.

## Materiais e Métodos

### Localização e Características Socioeconômicas

O Assentamento Itamarati-I faz parte do município de Ponta Porã (Figura 1a), localiza-se a 45 km da sede municipal, possui aproximadamente 25.100 ha de terras, dos quais 13.000 ha são agricultáveis e 7.000 ha irrigadas (EMBRAPA, 2002).

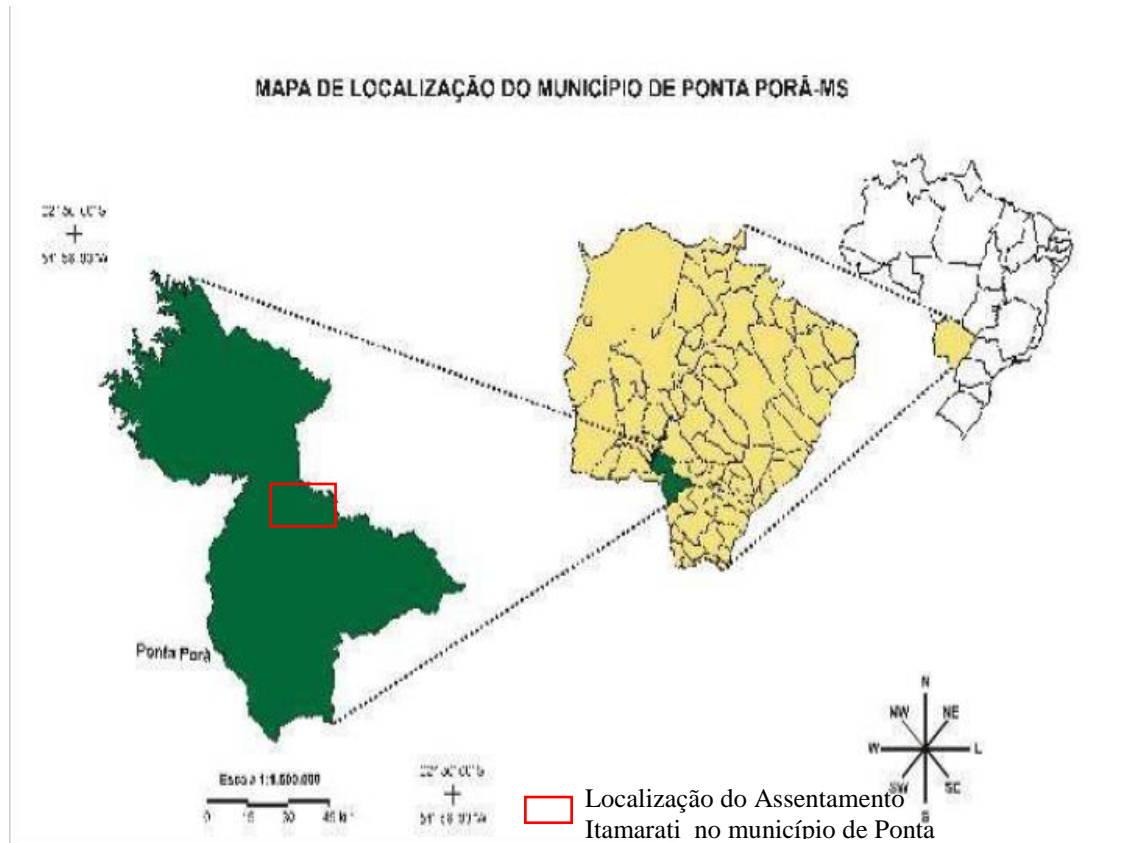


Figura 1a – Localização do Assentamento Itamarati no município de Ponta Porã. Fonte: Sayamoto et al PMSB & PMGIRS de Ponta Porã MS, 2014 e adaptação do autor.

O Assentamento Itamarati possui cerca de 1.143 famílias assentadas, distribuídas em lotes de que variam de 17,5 a 23 há, divididos em 4 organizações (Figura 1b):

- 1) Movimento dos Trabalhadores Sem-Terra (MST),
- 2) Central Única dos Trabalhadores (CUT),
- 3) Federação dos Trabalhadores na Agricultura (FETAGRI) e
- 4) Associação dos Moradores e Funcionários da Fazenda Itamarati (AMFFI).

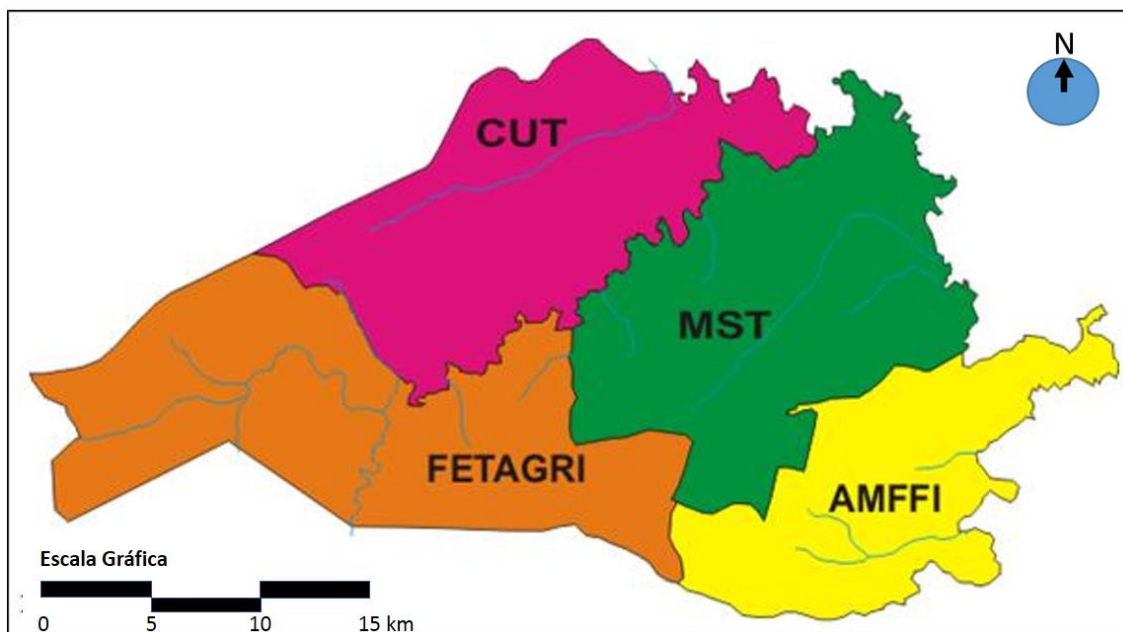


Figura 1b - Organizações do Assentamento Itamarati I, Fonte: INCRA/SEPROD/IDATERRA (2002).

### Condições climáticas

Condições climáticas favoráveis aos cultivos agrícolas são de extrema importância e auxiliam no sucesso produtivo de qualquer que seja o cultivo, diminuindo as perdas e os investimentos na compra de insumos geralmente utilizados nesses sistemas.

Na região do Assentamento Itamarati, a precipitação média gira em torno de 1.400 a 1.500 mm por ano, sendo que o período mais chuvoso ocorre entre os meses de setembro a maio e o mais seco entre junho a agosto. Dessa forma, os meses que apresentam maiores precipitações são dezembro e janeiro, ambos com médias superiores a 150 mm, já o mês de julho se caracteriza por apresentar a menor média de precipitação anual, com valores inferiores a 40 mm (EMBRAPA, 2002).

Com temperaturas médias diárias superiores a 25°C, dezembro e janeiro são considerados os meses mais quentes do ano, já com temperaturas médias inferiores a 18°C, junho e julho são considerados os meses mais frios (EMBRAPA, 2002).

Diante das características climáticas desta região, o clima predominante pode ser classificado como do tipo Cwa de Köppen (clima úmido, com verão quente e inverno seco).

## SOLOS

O solo é considerado o recurso essencial para o desenvolvimento das atividades agrícolas, em pequena ou grande escala, uma vez que, fornece os nutrientes necessários para a produção e serve como base de suporte para as plantas (ANDREOLI, 2014).

A classe de solo predominante aos redores do Assentamento Itamarati é a de Latossolo Vermelho, com 13.575,00 km<sup>2</sup>, distribuídos nos municípios de Amambai (480,09 km<sup>2</sup>), Antônio João (523,22), Aral Moreira (1512,98) Caarapó (1498,69), Dourados (3.689,00), Laguna Carapã (1496,84) e Ponta Porã (4374,40), representando cerca de 67% dos solos presentes na região. (EMBRAPA, 2002).

Ainda de acordo com a EMBRAPA (2002) os solos da classe Latossolo Vermelho se caracterizam por possuírem horizonte B latossólico, com teores de óxido de ferro acima de 18%. Além disso são considerados solos propícios para cultivos agrícolas, uma vez que, são muito porosos, permeáveis e com baixa suscetibilidade à erosão.

Na área de estudo o solo predominante é do tipo Latossolo Roxo álico epieutrófico (LRa) pertencente a classe de Latossolo Vermelho, caracterizado pela textura argilosa, possuindo relevo plano e suavemente ondulado, representando 56% da área total da organização Central Única dos Trabalhadores CUT onde localiza-se a área de estudo – Figura 2 (EMBRAPA, 2002).

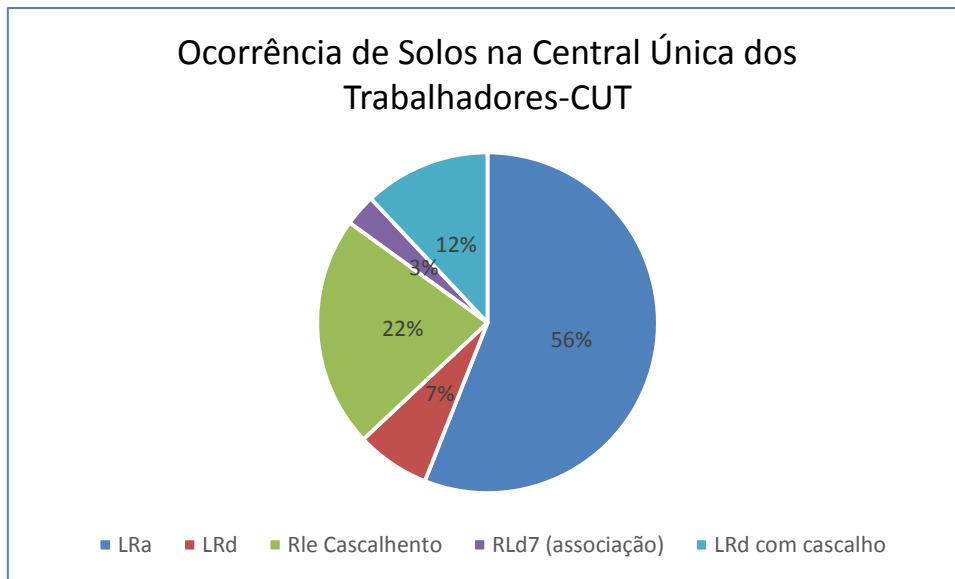


Figura 2: Ocorrência de Solos na Central Única dos Trabalhadores-CUT. (EMBRAPA, 2002).

Diante das características do solo presente na área de estudo, fica clara sua importância devido à geração de benefícios para os tipos de culturas presentes na propriedade, contribuindo para uma maior produtividade, diminuindo gastos com insumos e fertilizantes.

Estabelecimento agrícola - Sítio Passarini

O trabalho foi desenvolvido no Sítio Passarini, de 17,5 hectares, localizado no Assentamento Itamarati CUT-I, grupo Pantanal. Os sistemas produtivos existentes hoje no Sítio são: melancia, aproximadamente 1 ha, tomate e milho verde (Figura 3). A produção das culturas no sítio iniciou em meados do ano de 2005, três anos após as terras serem “cortadas” (entregues) aos moradores no ano de 2002.





Figura 3 – Mapa de uso atual do Sítio Passarini. Fonte: O autor

## Variáveis

As contribuições ambientais variam e afetam o sistema produtivo de acordo com o período de cultivo, práticas de cultivo e condições climáticas.

Dependendo do clima, tanto no período de seca ou de chuva prolongada, a produção do sistema é reduzida, fazendo com que o agricultor corte gastos como: aplicação de fertilizantes, agrotóxicos e capinação.

Em relação à cultura produtiva, a escolha do produtor e o nível tecnológico definem os investimentos necessários e a forma de manejo. Um exemplo que demonstra essa variação pode ser encontrado na produção de milho verde e tomate: em relação ao primeiro no cultivo são necessários apenas o preparo da terra, o plantio utilizando maquinários, o controle de pragas, doenças e insetos, enquanto no segundo são necessários, além do preparo da terra, o plantio manual, o estaqueamento manual, amarramento manual, a capinação manual, o controle fitossanitário intensivo, juntamente à irrigação diária.

## METODOLOGIA

Nesse trabalho resume-se o método de avaliação dos recursos usados no sistema produtivo em termos de energia e a forma de fazer a contabilidade em dólares emergéticos (ORTEGA, 2001). Adotando-se como procedimento metodológico o estudo de caso, coletando os dados através de entrevistas e pelo acompanhamento dos cultivos desde o plantio, cuidado, colheita até a comercialização, quantificando os dados obtidos em valores emergéticos e em dólares, demonstrando assim de maneira clara, específica e real as informações coletadas, transformadas e interpretadas.

### Etapas metodológicas

A metodologia Emergética é executada em três etapas: (a) elaboração do diagrama do sistema; (b) cálculo dos valores dos fluxos de energia de entrada e de saída para estruturar a tabela de avaliação Emergética; (c) cálculo dos indicadores Emergéticos como subsídio às avaliações e comparações entre diferentes sistemas (ODUM, 1996).

A explicação da metodologia Emergética pode ser exposta e entendida por meio de algumas etapas sequenciais, como:

#### *1ª Etapa: Visão Panorâmica pelos Diagramas Sistêmicos*

O diagrama sistêmico panorâmico utiliza símbolos da linguagem emergética (Figura 4), sua construção evidencia o sistema de interesse, integrando várias informações e organizando a obtenção de dados.

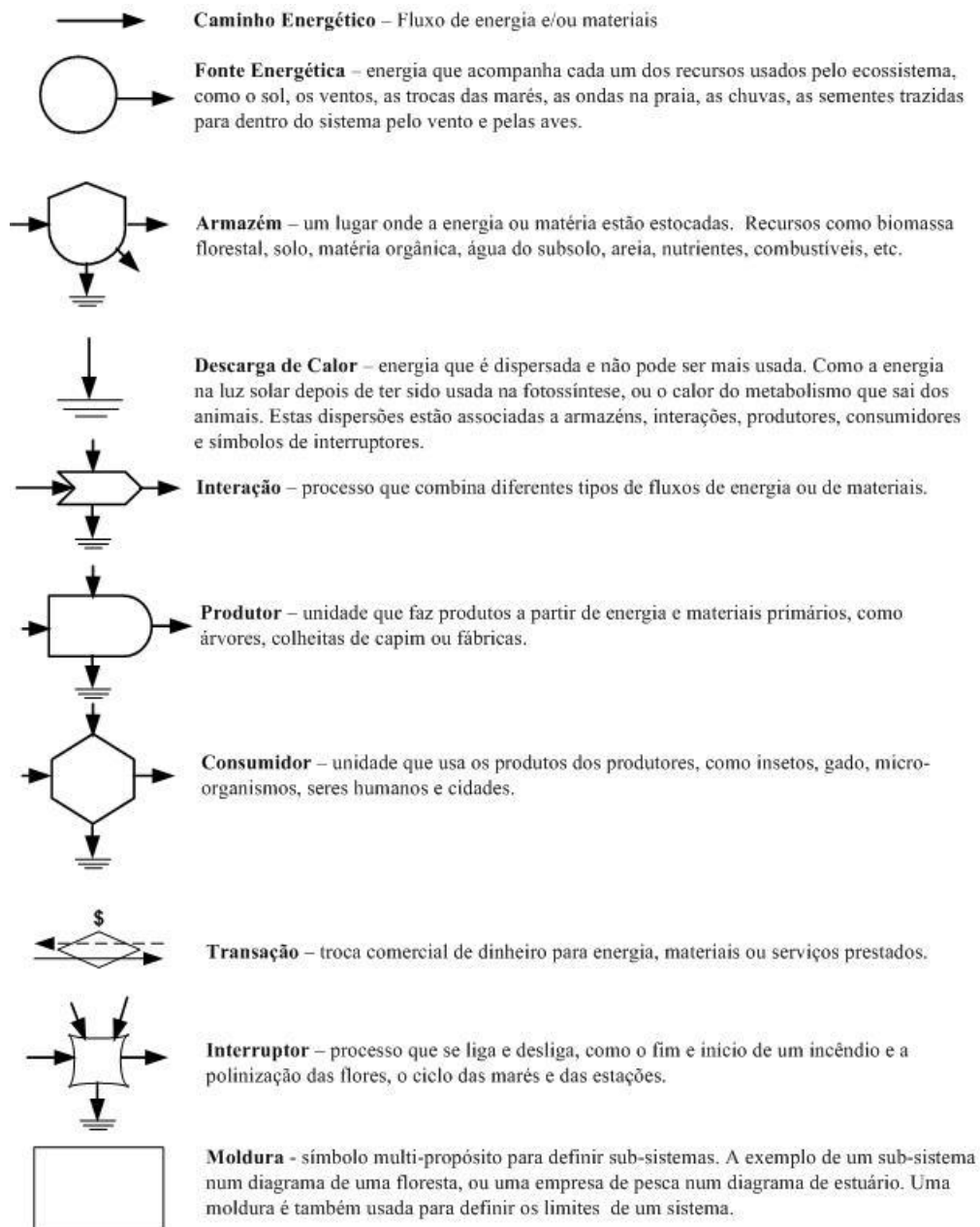


Figura 4 - Linguagem simbólica usada para a construção dos diagramas sistêmicos da avaliação energética. (ODUM, 1966).

O diagrama aborda o sistema de forma panorâmica, mostrando todas as contribuições necessárias e as interações presentes. Sua amostragem inclui as contribuições humanas, econômicas e ambientais e suas relações dentro do sistema.

A seguir (Figura 5) é apresentado o diagrama sistêmico na linguagem simbólica dos fluxos de energia e materiais do sistema estudado nesse trabalho. (ALBUQUERQUE, 2012, p. 29).

## 2ª Etapa: Tabelas de Avaliação Emergética

A avaliação Emergética de um sistema pode ser realizada em duas importantes escalas. Primeiro, o sistema maior no qual o sistema de interesse está inserido, é verificado, levantando parâmetros para sua futura avaliação e comparação. Segundo, o sistema de interesse é avaliado e observado em relação a outros sistemas e também entre ele e o sistema maior (COMAR, 2017, p. 36).

Toda avaliação é realizada e sintetizada em uma tabela de Avaliação Emergética (Tabela 1) que possui os seguintes tópicos:

Tabela 1 – Tabela de Avaliação Emergética (BROWN e MCLANAHAN, 1992, p. 22).

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Anotação</b>	<b>Item</b>	<b>Unidades</b>	<b>Transformidade</b>	<b>Energia Solar</b>	<b>Macro-econômico</b>

Cada coluna da tabela é um caminho de entrada ou saída no diagrama do sistema observado. Os caminhos são avaliados como fluxos em unidades por ano de acordo com a explicação abaixo:

Coluna 1 - o número da linha e anotação que contém as fontes e os cálculos para aquele item;

Coluna 2 - o nome do item que corresponde ao nome do caminho no diagrama agregado;

Coluna 3 - as unidades usadas na quantificação do fluxo, normalmente avaliadas em fluxo por ano. A maioria das vezes as unidades são em energia (Joules/ano), mas às vezes são em gramas por ano;

Coluna 4 - transformidade do item, normalmente derivada de estudos anteriores;

Coluna 5 – energia Solar, é o produto das unidades na Coluna 3 pela transformidade na Coluna 4;

Coluna 6 - o resultado da divisão da energia Solar na Coluna 5 pela razão energia/dinheiro, independentemente calculada, para a economia da nação, relevante ao sistema (BROWN, e MCLANAHAN, 1992, p. 22).

### 3ª Etapa: Cálculo dos índices emergéticos

Ao terminar as tabelas Emergéticas, os índices são analisados usando os dados das tabelas para auxiliar no processo das diretrizes. Os critérios utilizados no parecer das alternativas diferem, dependendo do caso, entre comparar dois sistemas ou avaliar apenas um sistema em relação à sua contribuição para economia (COMAR, 2017, p.36). Quando comparamos dois sistemas alternativos, aquele que contribui a maior parte de sua energia à economia pública, e minimiza uma boa quantidade das perdas ambientais, é considerado o melhor.

Quando analisamos apenas um sistema, seu sucesso é obtido levando em conta a economia na qual está inserido, identificando quanto de sua energia se aproxima com a da economia local e se consegue minimizar as perdas ambientais.

As análises de comparação dos índices Emergéticos nos sistemas produtivos são realizadas em busca de verificar seu grau de eficiência produtiva e o aproveitamento da energia e matéria vindas dos recursos naturais e serviços.

*Os primeiros fluxos contabilizados são os relativos à contribuição da Natureza (I), que inclui os recursos naturais renováveis (R) e os não-renováveis (N). Depois são contabilizados os recursos da economia (F), que são divididos em materiais (M) e serviços (S). No final, tem-se o total de energia utilizado pelo sistema (Y), que é a soma de I com F. Com os valores desses fluxos agregados, é possível obter o valor dos índices emergéticos, os quais permitem comparar sistemas (Figura 5). (ALBUQUERQUE, 2012, p. 31).*

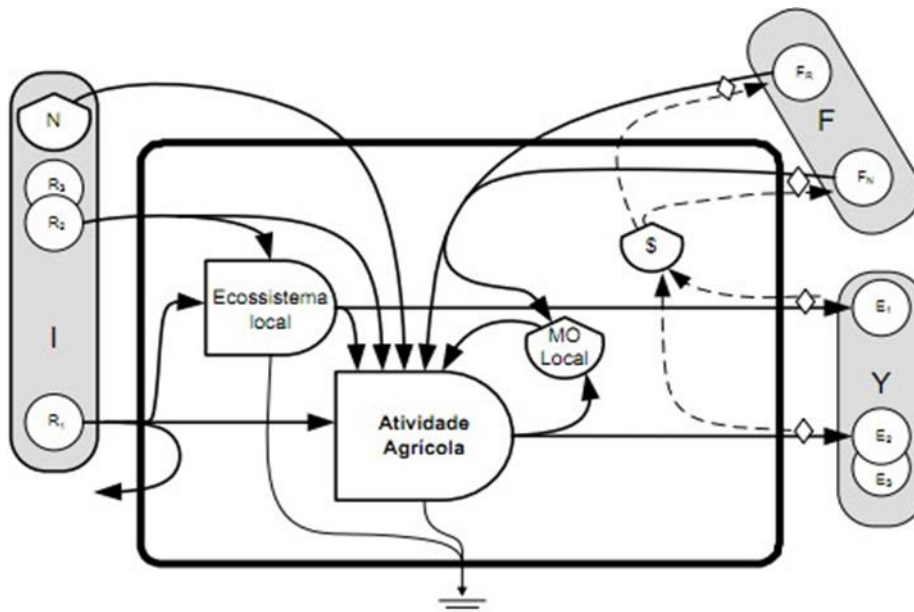


Figura 5 – Diagrama sistêmico da relação entre o ecossistema local e a atividade agrícola, com formação de matéria orgânica (MO Local) e dos fluxos agregados: do lado esquerdo, as contribuições da natureza, renováveis ( $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$ ) e não renováveis “N”. À direita: “F” – Contribuição humana em recursos renováveis ( $F_R$ ) e não-renováveis ( $F_N$ ) e “Y”- Produção (ODUM, 1996). Adaptado de Ortega, 1998 (ALBUQUERQUE, 2012).

Sendo assim, por meio dos valores dos fluxos agregados é possível calcular o valor dos índices Emergéticos. Esse cálculo permite analisar e comparar o sistema definindo caminhos alternativos para sua melhoria.

Abaixo segue a listagem dos índices utilizados (CAVALLET, 2004):

a) **Transformidade** ( $Tr$ ): esse índice denominado transformidade ( $Tr=Y/Ep$ ) avalia a qualidade do fluxo de energia e permite realizar as comparações com outras formas de energia de outros sistemas, além de ser uma medida da posição do produto final ( $Y$ ) pela energia produzida pelo sistema ( $Ep$ ), ou seja,  $Tr=Y/Ep$ . Sua unidade é expressa em energia por unidade de energia, massa ou dinheiro, usualmente seJ/J, seJ/kg ou seJ/US\$;

b) **Renovabilidade emergética** ou sustentabilidade (%R) é utilizada para avaliar a sustentabilidade dos sistemas de produção. O índice de Renovabilidade ( $Re$ ) é expresso em porcentagem e é definido como a razão entre a energia dos recursos naturais renováveis empregados ( $R$ ) e a energia total utilizada pelo sistema ( $Y$ ), ou seja,  $\% Re = R/Y*100$ ;

c) **Razão de Rendimento Emergético** ( $EYR$  – Emergy Yield Ratio): é medida da incorporação de energia da Natureza e é expresso como a relação do total de energia investida ( $Y$ ) por unidade de retorno econômico ( $F$ ), ou seja,  $EYR=Y/F$ . Indica quanta energia da Natureza retorna ao setor econômico;

d) **Razão de Investimento Emergético** ( $EIR$  – Emergy Investment Ratio): mede o investimento da sociedade para produzir determinado bem em relação à contribuição da Natureza. O  $EIR$  é obtido através da divisão dos recursos da economia ( $F$ ) pelos recursos provenientes da Natureza ( $I$ ), ou seja,  $EIR=F/I$ . Pode ser interpretado como um índice de competitividade;

e) **Razão de Carga Ambiental** ( $ELR$  – Environmental Loading Ratio): é a razão da energia não- renovável ( $N + F$ ) pela energia renovável ( $R$ ) como segue:  $ELR = (F + N) / R$ .

## Resultados e Discussão

### Introdução

Para uma melhor compreensão de todas as interações e retroalimentações que acontecem dentro de cada sistema produtivo, foi desenvolvido um diagrama sistêmico geral dos sistemas produtivos presentes no sítio Passarini (Figura 6).

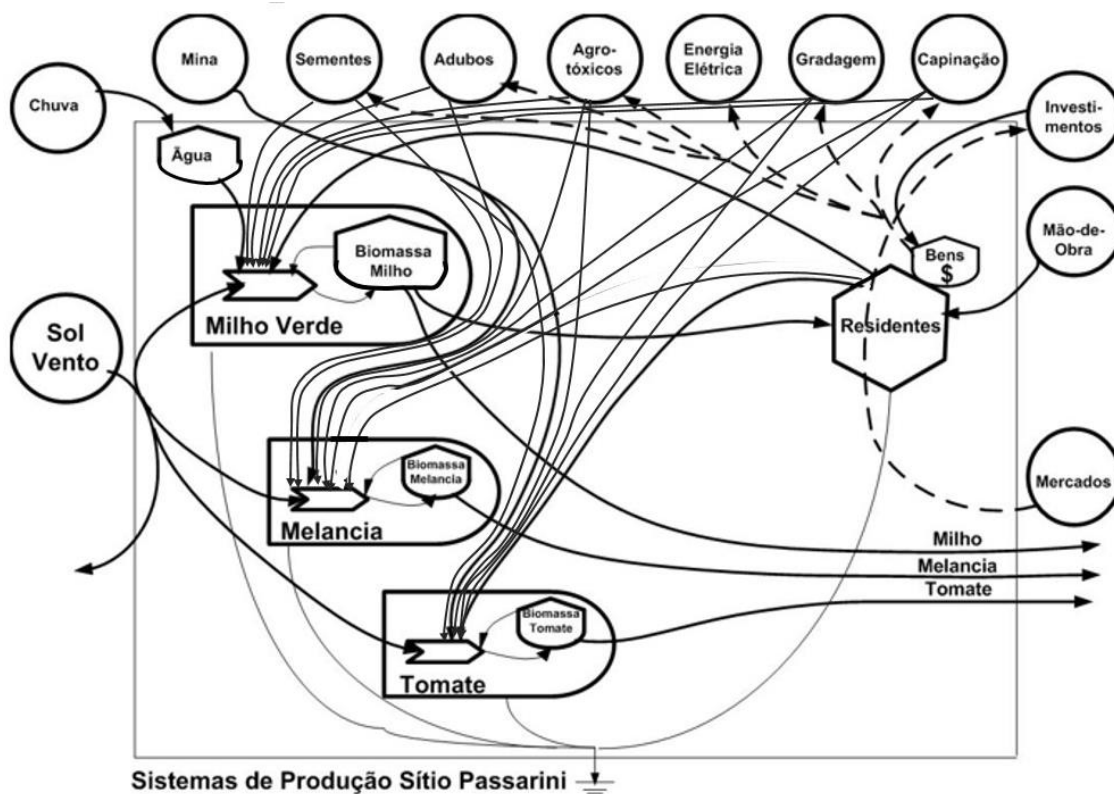


Figura 6 – Diagrama sistêmico dos 3 principais sistemas produtivos, milho verde, melancia e tomate, do Sítio Passarini.

No diagrama acima (Figura 6), as diferentes fontes de energia externas estão representadas por círculos da esquerda para a direita, iniciando pelas contribuições dos recursos naturais (Sol, Chuva, Água da Mina e Solo), seguidas pelos recursos provenientes dos investimentos humanos (adubos, agrotóxicos, eletricidade, gradagem, capinação, investimentos e mão-de-obra); finalizando com os fluxos das saídas dos produtos (melancia, tomate e milho verde) que vão para auto consumo e para os

mercados, voltando em forma de dinheiro (linhas tracejadas) para o estoque dos residentes, valores, então, pagos para aquisição de bens e serviços.

De esquerda para a direita, em relação às contribuições dos recursos naturais, especificamente água da chuva e da mina, os sistemas produtivos de melancia e de tomate utilizam água dessas duas fontes, havendo interações entre eles, enquanto o sistema produtivo de milho verde não faz uso da água proveniente da mina, interagindo apenas com a água da chuva como única fonte de irrigação.

### Sistema Produtivo de Melancia

Apresenta-se em seguida o diagrama sistêmico da produção de Melancia (figura 7):

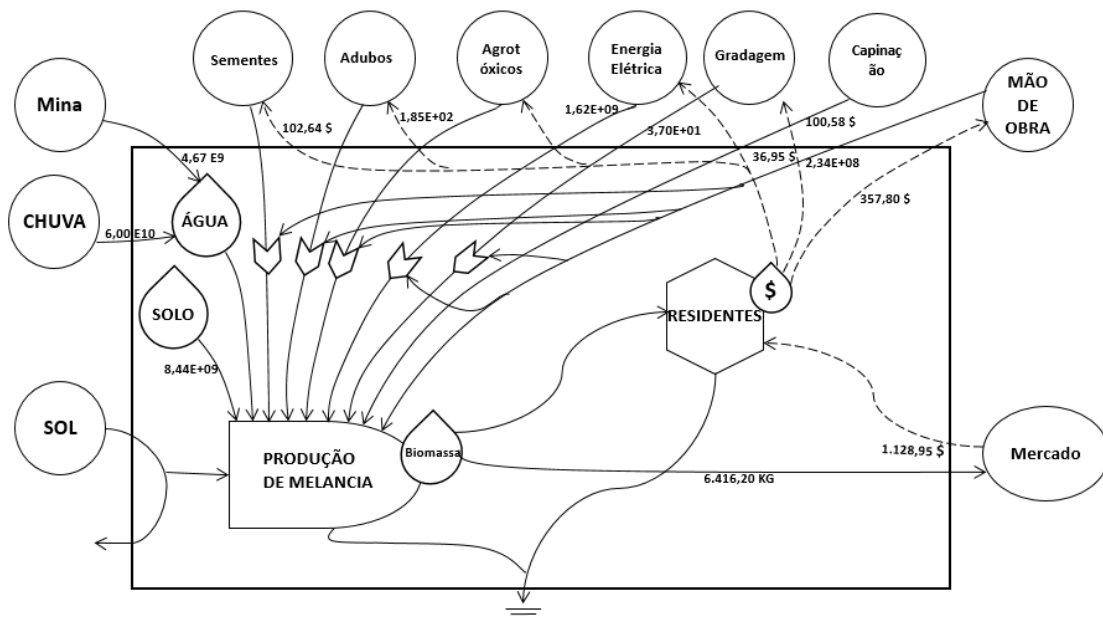


Figura 7 – Diagrama sistêmico da produção de Melancia. Fluxos em energia solar (seJ – solar energy Joules). Oliveira, 2018.

Seguindo os passos de Comar (2017, p. 34), os dados sobre o sistema produtivo de melancia foram coletados em campo e colocados na tabela Emergética (Tabela 1), composta de sete colunas:

- 1) Anotação, com o número da linha usada;
- 2) Item de uso;



- 3) Unidade de medição usada; em Joules (J), gramas (g), ou Dinheiro (US\$);
- 4) Valor da unidade usada por ano, em Joules (J), gramas (g), ou Dinheiro (US\$);
- 5) A UEV (*Unit Energy Value* - Valor Emergético Unitário), ou **Transformidade**, em Joules de energia solar por unidade (seJ/unidade);
- 6) Total de Energia Solar usada por cada item, em Joules de energia solar (seJ);
- 7) Porcentagem do total de energia usada pelo sistema, atribuído a cada item de uso.

A tabela está dividida em quatro secções:

- 1) **Contribuições Ambientais** (I), renováveis (R) e não renováveis (NR);
- 2) **Feedback** (F), ou Retorno, correspondendo aos *inputs* das contribuições humanas;
- 3) **Sistemas Produtivos** (Y – para produtos *Yield*) e,
- 4) **Razões Emergéticas**, que sintetizam as relações entre recursos naturais renováveis e não-renováveis e as contribuições humanas, contabilizados em forma de energia.

No sistema produtivo de melancia, a porcentagem de uso de recursos naturais renováveis (R/U) é de 42,86% do total de energia utilizada, já a porcentagem de recursos naturais não renováveis é de 57,14% (Tabela 2). Esses dados proporcionam uma melhor visão da dependência do sistema quanto às contribuições dos recursos naturais não-renováveis, de quase 60%.

O potencial químico da chuva no sistema produtivo de melancia, de 183,45 E13 seJ/ano é a maior contribuição dos recursos renováveis, representando 56,25% da soma de toda a energia renovável incidente no sistema.

57,14% de toda energia incidente no sistema, 434,75 E13 seJ/ano, são provenientes dos recursos naturais não renováveis: bens de investimento (todas as estruturas presentes no sítio e de apoio à produção), adubo químico, eletricidade. Do total de energia não renovável, 18,02% é representando pelos bens de investimento; 14,97%, pelos agrotóxicos, 8,98 % pelo adubo químico adquirido e 4,26% pela eletricidade.

A transformidade do sistema (I+F) Energia / (Y) Energia, de 2,25E+06 seJ/ano é considerada bem elevada, quando comparada ao mesmo sistema produtivo em outras condições e países, como a produção de melancia na Flórida, cuja avaliação resultou em 3,81 E4 seJ/J (BRANDT-WILLIAMS, 2002, p. 21).

A Razão de Produção por Emergia (EYR, Y/F) - ou seja, quanta emergia é produzida por quanta emergia de fontes não renováveis é usada, é de 1,75, considerada razoável, pois recebem-se quase 2 unidades de emergia de produto para cada unidade usada. De fato, na produção de melancia na Flórida, este índice resultou em 1,46, apenas um pouco inferior ao aqui auferido (BRANDT-WILLIAMS, 2002, p. 21).

A Razão de Investimento por Emergia (EIR, F/I), de 1,33, é considerada relativamente baixa, pois há grande investimento no processo em resultado das estruturas presentes no sítio e sua relação com o tamanho da área de cultivo do sistema. Na produção de melancia na Flórida, este índice resultou em 4,33, quase 3 vezes maior (BRANDT-WILLIAMS, 2002, p. 21).

A Razão de Carga Ambiental, de 2,44, é considerada de média a baixa, pois, na maioria dos sistemas produtivos agropecuários, há uso de altos insumos, com emergia concentrada, o que não é o caso para este sistema. Em função disto, na produção de melancia na Flórida, este índice resultou em 7,96, mais do que 3 vezes maior (BRANDT-WILLIAMS, 2002, p. 21).

O Índice de Sustentabilidade Ambiental (ESI: EYR/ELR), de 0,72, é considerado baixo em razão dos altos investimentos necessários ao desenvolvimento e manutenção deste sistema produtivo. Na produção de melancia na Flórida, este índice resultou em 1,18, cerca de 50% maior (BRANDT-WILLIAMS, 2002, p. 21).

Tabela 2 – Tabela de avaliação emergética do sistema de produção de Melancia do Sítio Passarini.

<b>Produção de Melancia</b>						
Anot.	Item	Unid.	Unid/ano(j/g/\$)	UEV Transformidade seJ/unidade	Emergia E13 seJ/ano	Solar %
<b>Contribuição Ambiental (I)</b>						
1	Potencial químico da chuva	J	6,00E+10	3,06E+04	183,45	24,11
2	Água bombeada da Mina da propriedade (R)	J	4,67E+10	8,15E+04	38,05	5,00
3	Perda de solo no seu uso (NR)	J	8,44E+10	1,24E+04	104,64	13,75
<b>SOMA DAS CONTRIBUIÇÕES EMERGÉTICAS AMBIENTAIS (I = R + N)</b>					<b>326,14</b>	<b>42,86</b>
<b>FEEDBACK (retorno - F) - Inputs das contribuições humanas</b>						
4	Adubo adquirido (composto orgânico)	\$	8,21E+01	3,70E+12	30,38	3,99
5	Adubo adquirido (químico)	\$	1,85 E+02	3,70E+12	68,36	8,98
6	Uso de Agrotóxicos	\$	3,08E+02	3,70E+12	113,93	14,97
7	Maquinários (Gradagem e Subsolação)	\$	3,70E+01	3,70E+12	13,67	1,80
8	Tração animal (Cavalo)	\$	7,10 E+00	3,70E+12	2,63	0,35
9	Transporte para Vendas	J	2,79 E+06	6,50E+05	0,18	0,02
10	Combustível	J	1,10 E+09	1,11E+05	12,21	1,60
11	Eletricidade (Irrigação)	J	1,62 E+09	2,00E+05	32,40	4,26
12	Mão-de-obra horas/homem (Lavoura)	J	2,34 E+08	6,50E+05	15,18	2,00
13	Mão-de-obra horas/homem	J	1,34 E+08	6,50E+05	8,71	1,14

	(Administração)					
14	Bens de Investimento	\$	3,71 E+02	3,70E+12	137,10	18,02
	<b>TOTAL CONTRIBUIÇÃO HUMANA (F)</b>				<b>434,75</b>	<b>57,14</b>
	<b>SISTEMAS PRODUTIVOS (Y, ou U)</b>					
15	Produção de Melancia	J	3,38E+09	<b>2,25E+06</b>	<b>760,88</b>	<b>100,00</b>
	<b>RAZÕES</b>					
	Porcentagem Renovável = R/U				<b>0,29</b>	
	Razão produção por Emergia (EYR) = Y/F=				<b>1,75</b>	
	Razão investimento por Emergia (EIR)= F/I=				<b>1,33</b>	
	Razão de Carga Ambiental (ELR) = (F + N)/R=				<b>2,44</b>	
	Índice de Sustentabilidade Ambiental (ESI) = EYR / ELR = (Y / F) / [(F+ N) / R] =				<b>0,72</b>	
	Transformidade da Melancia = eMergia Total / produção (energia) ( I + F ) eMergia / ( Y ) energia =				<b>2,25E+06</b>	sej/J

O cultivo de melancia, quando atinge a produtividade almejada pelo produtor, consiste em um sistema equilibrado e lucrativo, devido ao seu curto período de tempo entre plantio e colheita, por outro lado, possui uma exigência alta de contribuições, principalmente antrópicas, necessárias para o sucesso do seu desenvolvimento, sendo assim sua exposição a fatores externos negativos como doenças, período de seca e até mesmo o preço de comercialização, faz com que os gastos aumentem e sua produtividade e rentabilidade sejam reduzida, causando sérios problemas ao produtor.

### Sistema Produtivo de Milho Verde

No cultivo de milho verde, a perda de solo devido ao seu uso representa 33,33% (156,70E13 seJ/ano) de toda emergia gasta no sistema, já a emergia proveniente de fontes renováveis, neste caso apenas da chuva, totaliza apenas 17,56% ou 82,55 E13 seJ/ano do total de emergia utilizada (Tabela 3). Por depender apenas do solo e da água da chuva, o cultivo de milho verde apresenta uma porcentagem razoável de emergia utilizada proveniente de fontes renováveis (apenas 50,89%), fazendo com que o sistema seja dependente em quase 50% da emergia advinda de insumos externos não renováveis (49,11%) para atingir sua produtividade.

Dos 49,11% de energia utilizada no sistema provenientes dos recursos não renováveis, 17,67% são dos bens de investimento, seguido pelo uso de agrotóxicos 11,54 %, pelas contribuições dos maquinários 9,00% e do adubo químico, 6,92%.

A Transformidade do sistema (I+F) Energia / (Y) Energia, de 1,50 E5 seJ/ano é considerada razoável, quando comparada a outros sistemas produtivos do mesmo gênero. O valor desta Transformidade está bem relacionado com valores da literatura, a exemplo da produção de milho verde na Flórida, com uma Transformidade que resultou de 1,26 E5 sej/J (BRANDIT-WILLIAMS, 2002, P.14).

A Razão de Investimento por Energia (EIR, F/I), de 0,96, é considerada boa mesmo havendo grande investimento no processo em resultado das estruturas presentes no sítio e sua relação com o tamanho da área de cultivo do sistema. No sistema produtivo de milho verde na Flórida, esta razão foi de 1,94, praticamente o dobro (BRANDT-WILLIAMS, 2002, p. 20). A Razão de Produção por Energia (EYR, Y/F) é de 2,04, considerada adequada. Esta razão foi de 2,03, basicamente a mesma (BRANDT-WILLIAMS, 2002, p. 20). A Razão de Carga Ambiental, de 4,69, é considerada baixa pois há relativamente poucas contribuições antrópicas. Esta razão, na Flórida, foi de 7,62, 20% a mais (BRANDT-WILLIAMS, 2002, p. 20). O Índice de Sustentabilidade Ambiental (ESI: EYR/ELR), de 0,43, é considerado muito baixo. Este índice, para a produção da Flórida foi bem mais baixo, de 0,27 (BRANDT-WILLIAMS, 2002, p. 20).

Tabela 3 – Tabela de avaliação emergética do sistema de produção de Milho Verde do Sítio Passarini.

<b>Produção de Milho-Verde</b>						
Anot	Item	Unid	Unid/ano(j/g/\$)	UEV Transformidade seJ/unidade	Energia E13 seJ/ano	Solar %
<b>Contribuição Ambiental (I)</b>						
1	Potencial químico da chuva	J		3,06E+04	82,55	17,56
2	Perda de solo no seu uso (NR)	J		1,24E+05	156,70	33,33
	<b>SOMA DAS CONTRIBUIÇÕES EMERGÉTICAS AMBIENTAIS (I = R + N)</b>				<b>239,25</b>	<b>50,89</b>
<b>FEEDBACK (retorno - F) - Inputs das contribuições humanas</b>						
3	Adubo adquirido (Ureia)	\$	2,93E+01	3,70E+12	10,85	2,31
4	Adubo adquirido (químico)	\$	8,80E+01	3,70E+12	32,55	6,92
5	Uso de Agrotóxicos	\$	1,47E+02	3,70E+12	54,25	11,54
6	Maquinários (gradagem, plantio e pulverização3x)	\$	1,14E+02	3,70E+12	42,32	9,00
7	Mão-de-obra horas/homem (Lavoura)	J	6,70E+07	6,50E+05	4,35	0,93
8	Mão-de-obra horas/homem (Administração)	J	5,36E+07	6,50E+05	3,48	0,74
9	Bens de Investimento	\$	2,24E+02	3,70E+12	83,05	17,67
	<b>TOTAL CONTRIBUIÇÃO HUMANA (F)</b>				<b>230,85</b>	<b>49,11</b>

<b>SISTEMAS PRODUTIVOS (Y, ou U)</b>						
10	Produção de Milho-Verde	J	<b>3,14E+10</b>	<b>1,50E+05</b>	<b>470,11</b>	<b>100,00</b>
<b>RAZÕES</b>						
	Porcentagem Renovável = R/U				<b>0,18</b>	
	Razão produção por Emergia (EYR) = Y/F=				<b>2,04</b>	
	Razão investimento por Emergia (EIR) = F/I=				<b>0,96</b>	
	Razão de Carga Ambiental (ELR) = (F + N)/R=				<b>4,69</b>	
	Índice de Sustentabilidade Ambiental (ESI) = EYR / ELR = (Y / F) / [(F+ N) / R] =				<b>0,43</b>	
	Transformidade da Melancia = eMergia Total / produção (energia) ( I + F ) eMergia / ( Y ) energia =				<b>1,50E+05</b>	sej/J

Do ponto de vista comercial, não levando em consideração as contribuições ambientais presentes no sistema, o mesmo pode ser considerado lucrativo, uma vez que, a mão de obra utilizada é baixa fazendo com que o produtor gaste menos tempo no manejo, obtendo um maior lucro no final do cultivo. Porém por outro lado o fato do índice de sustentabilidade ambiental ser baixo, implica que o sistema precisa de ser repensado, possivelmente aumentando a área de cultivo, que depende de infraestruturas relativamente pesadas para uma área produtiva pequena.

### **Sistema Produtivo de Tomate**

No sistema produtivo de Tomate, a porcentagem de energia vinda dos recursos naturais não renováveis é de 66,63%, como: bens de investimento, adubo químico e mão de obra respectivamente (Tabela 4). Já a energia vinda dos recursos naturais renováveis é de exatamente um terço, 33,37%, do total de energia utilizada no sistema. Esses resultados demonstram o quanto o cultivo de tomate é dependente dos recursos naturais não renováveis, demandando uma grande quantidade de insumos externos.

A água bombeada da mina da propriedade 97,06 seJ/ano do total de contribuições, representa 12,78% do total de energia utilizada, sendo caracterizada como a maior contribuição dos recursos naturais renováveis dentro do sistema. A perda de solo por sua vez é considerada alta 130,80 seJ/ano representando 17,22% do total de energia utilizada no sistema, energia essa que ao mesmo tempo que contribui para o sistema se perde devido ao longo período de tempo necessário para que o solo se recomponha novamente.

A porcentagem de recursos naturais renováveis utilizado pelo sistema (R/U) é de apenas 18%.

A transformidade do sistema (I+F) Emergia / (Y) Energia, de 7,86E+06 seJ/ano é considerada muito alta, comparativamente a outros sistemas de produção de tomates, uma vez que se investe muito no sistema que gera pouco retorno em relação ao que foi investido. O valor desta Transformidade está bem acima dos valores encontrados na literatura, a exemplo da produção de tomates na Flórida de 8.57 E5 seJ/J (BRANDT-WILLIAMS, 2002, P. 20).

A Razão de Produção por Emergia (EYR, Y/F) é de 1,50, considerada razoável, sendo que para o mesmo sistema produtivo na Flórida, este índice foi de apenas 1,08 (BRANDT-WILLIAMS, 2002, p. 20). A Razão de Investimento por Emergia (EIR, F/I), de 2,00, é considerada boa, pois há grande investimento no processo em resultado das estruturas presentes no sítio e sua relação com o tamanho da área de cultivo do sistema. Na Flórida, esta razão foi de 23,81, devido ao sistema ser amparado por uma estrutura de estufa (BRANDT-WILLIAMS, 2002, p. 20). A Razão de Carga Ambiental, de 5,19, é alta, pois muita emergia é aplicada no sistema. Na Flórida, esta razão foi de 23,97, extremamente alta devido à infraestrutura da estufa (BRANDT-WILLIAMS, 2002, p. 20). O Índice de Sustentabilidade Ambiental (ESI: EYR/ELR), de 0,29 é considerado muito baixo, ou seja demonstra ineficiência no sistema, em razão dos altos investimentos. Para o sistema produtivo da Flórida o ESI foi de 0,04 (BRANDT-WILLIAMS, 2002, p. 20).

Tabela 4 – Tabela de avaliação emergética do sistema de produção de Tomate do Sítio Passarini.

<b>Produção de Tomate</b>						
Anot	Item	Unid	Unid/ano(j/g/\$)	UEV Transformidade seJ/unidade	Emergia E13 seJ/ano	Solar %
<b>Contribuição Ambiental (I)</b>						
1	Potencial químico da chuva	J	8,40E+9	3,06E+04	25,68	3,38
2	Água bombeada da Mina da propriedade (R)	J	1,19E+10	8,15E+04	97,06	12,78
3	Perda de solo no seu uso (NR)	J	1,05E+10	1,24E+04	130,80	17,22
<b>SOMA DAS CONTRIBUIÇÕES EMERGÉTICAS AMBIENTAIS (I = R + N)</b>					<b>253,55</b>	<b>33,37</b>
<b>FEEDBACK (retorno - F) - Inputs das contribuições humanas</b>						
4	Adubo adquirido (Clareto)	\$	8,21E+01	3,70E+12	32,55	4,28
5	Adubo adquirido (químico)	\$	2,64E+02	3,70E+12	97,65	12,85
6	Uso de Agrotóxicos	\$	2,35E+02	3,70E+12	86,80	11,43
7	Maquinários (Gradagem e Subsolação)	\$	2,93E+01	3,70E+12	10,85	1,43
8	Eletricidade (Irrigação)	J	1,62E+09	2,00E+05	32,40	4,26
9	Mão-de-obra horas/homem (Lavoura)	J	1,10E+09	6,50E+05	71,52	9,41

10	Mão-de-obra horas/homem (Administração)	J	5,74E+08	6,50E+05	37,32	4,91
11	Bens de Investimento	\$	3,71E+02	3,70E+12	137,10	18,05
	<b>TOTAL CONTRIBUIÇÃO HUMANA (F)</b>				<b>506,19</b>	<b>66,63</b>
	<b>SISTEMAS PRODUTIVOS (Y, ou U)</b>					
12	Produção de Tomate	J	9,67E+08	<b>7,86E+06</b>	<b>759,73</b>	<b>100,00</b>
	<b>RAZÕES</b>					
	Porcentagem Renovável = R/U				<b>0,16</b>	
	Razão produção por Emergia (EYR) = Y/F=				<b>1,50</b>	
	Razão investimento por Emergia (EIR)= F/I=				<b>2,00</b>	
	Razão de Carga Ambiental (ELR) = (F + N)/R=				<b>5,19</b>	
	Índice de Sustentabilidade Ambiental (ESI) = EYR / ELR = (Y / F) / [(F+ N) / R] =				<b>0,29</b>	
	Transformidade da Melancia = eMergia Total / produção (energia) ( I + F ) eMergia / ( Y ) energia =				<b>7,86E+06</b>	sej/J

O cultivo de tomate é altamente dependente de insumos externos advindos das contribuições humanas, por esse motivo torna o sistema muito vulnerável e caro do ponto de vista comercial. Havendo erros na hora do manejo (falta de fertilizantes, aplicações incorretas de agrotóxicos) pode levar a uma drástica perda da produtividade fazendo com que o produtor leve prejuízo e até mesmo fique endividado.

Por esses motivos é importante ressaltar a importância dos alimentos e da produção orgânica. Adotar práticas de cultivo mais equilibradas ambientalmente como a produção orgânica promove relações positivas e lucrativas, uma vez que, o mercado de produtos orgânicos encontra-se cada vez mais em ascensão devido às demandas impostas pela sociedade e pelos benefícios gerados pós-consumo desses alimentos.

## **Comparação Entre os Sistemas Produtivos em Uso de Emergia**

### ***Usos da Emergia***

Comparando o uso de Emergia nos três sistemas avaliados no Sítio Passarini, é possível notar uma similaridade entre o sistema de produção de Melancia e Milho Verde, onde os valores do potencial químico da chuva de ambos os cultivos são próximos, sendo 24,11% para a Melancia (Tabela 2) e 17,56% para o Milho Verde (Tabela 3). Já o sistema produtivo de Tomate (Tabela 4), apresenta um valor relativamente baixo em

relação ao potencial químico da chuva (3,38%), e alto em relação à água bombeada da Mina da Propriedade (12,78%).

Tratando do índice de energia não renovável e renovável utilizada em cada sistema, existe uma similaridade entre o sistema produtivo de Milho verde e o de Tomate, sendo R: 0,18 para o Milho e R: 0,16 para o Tomate. Dentre os três sistemas avaliados, o sistema produtivo de Melancia apresenta o maior índice de energia renovável, sendo R: 0,29.

Em relação ao emprego de mão de obra em cada sistema, a produção de Tomate é a mais intensiva com 14,33% (tabela 4) de toda a energia em mão de obra, seguida pela produção de Melancia 3,14% (tabela 2) e de Milho com 1,67% (tabela 3). Diante desses resultados, é possível perceber uma certa similaridade em relação à mão de obra empregada no sistema produtivo de Melancia e Milho Verde, ambas baixas em relação à produção de Tomate. Esse fato ocorre devido à alta demanda de trabalho braçal exigido pelo tomate, desde o plantio até sua colheita, pela média demanda braçal da produção de melancia e pela baixa demanda braçal da produção de milho, onde a maioria das atividades necessárias dependem exclusivamente de maquinários.

O retorno financeiro, proporcionado individualmente pelos três sistemas produtivos avaliados no Sítio Passarini, foi baixo, variou muito entre eles e foi até mesmo negativo, como no caso do Tomate que após todos os cálculos apresentou um prejuízo no valor de R\$ 1.538,6 (\$ 451,2). O sistema produtivo de Melancia apresentou um retorno de R\$ 512,00 e por último o sistema de Milho Verde que proporcionou o maior retorno financeiro, R\$ 2.960,00 (\$ 868,04), se apresentando como o mais lucrativo entre os três sistemas avaliados.

### ***Índices Emergéticos***

Comparando os índices emergéticos dos 3 sistemas produtivos, (Tabela 5), a produção de Milho Verde apresentou a maior Razão de Produção por Energia (EYR), 2,04, a menor Razão de Investimento por Energia (EIR), 0,96 e o segundo maior Índice de Sustentabilidade Ambiental (ESI), 0,43.

O sistema produtivo de Melancia quando comparado aos outros dois sistemas avaliados, apresentou a maior Porcentagem Renovável (R/U), 0,29, a segunda maior Razão de



Produção por Emergia (EYR), 1,75, a segunda maior Razão de Investimento por Emergia (EIR), 1,33, a menor Razão de Carga Ambiental (ELR), 2,44 e o maior Índice de Sustentabilidade Ambiental (ESI), 0,72, tornando o sistema produtivo mais interessante para o conjunto de atividades presentes no Sítio e o mais sustentável do ponto de vista ambiental.

O sistema produtivo de Tomate, apresentou a menor Razão de Produção por Emergia (EYR), 1,50, e a maior Razão por Investimento (EIR), 2,00, a maior Razão de Carga Ambiental (ELR), 5,19 e o menor Índice de Sustentabilidade Ambiental (ESI), 0,29. Tornando o sistema inviável como opção à ser cultivado e mantido no Sítio (Tabela 5).

É importante ressaltar que os valores apresentados nesse estudo são variáveis pois vários fatores que foram considerados dependem altamente da infraestrutura de cada local de cultivo e também da produtividade que por sua vez depende de contribuições ambientais como: chuva, solo, entre outros. Dependendo das condições climáticas em que se dará a produção e o manejo de cada cultivo, os resultados podem variar e qualquer um dos três sistemas produtivos avaliados pode ser lucrativo e sustentável.

Tabela 5 – Comparação dos Índices Emergéticos dos Três Sistemas de Produção do Sítio Passarini.

Índices Emergéticos		Melancia	Milho Verde	Tomate
Porcentagem Renovável= R/U	%R	0,29	0,18	0,16
Razão Produção por eMergia (EYR)= Y/F	EYR	1,75	2,04	1,50
Razão Investimento por eMergia (EIR)= F/I	EIR	1,33	0,96	2,00
Razão de Carga Ambiental (ELR)= (F+N)/R	ELR	2,44	4,69	5,19
Índice Sustentabilidade Ambiental (ESI)	ESI	0,72	0,43	0,29
Transformidade da Biomassa (UEV)	Tr	<b>2,26E+06</b>	<b>1,50E+05</b>	<b>7,86E+06</b>

Comparando as Transformidades (UEV) obtidas nos três sistemas (Tabela 5 e Figura 8), o maior valor é o da produção de Tomate, 7,86 E6 seJ/J, seguido pela produção de Melancia, 2,25 E6 seJ/J e por último a produção de Milho Verde, 1,50 E5 seJ/J devido ao seu baixo investimento e pouco uso de mão de obra.

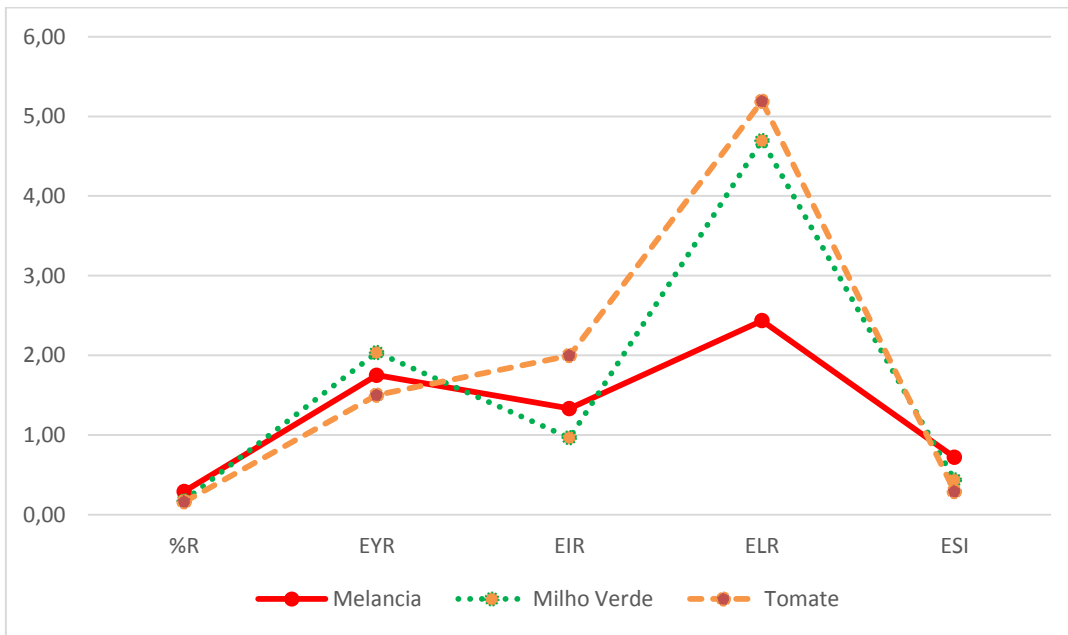


Figura 8 – Índices Energéticos comparados, Sítio Passarini (ver Tabela 5).

## **Conclusões**

O Sítio Passarini, mesmo após 16 anos de atividade, ainda adota formas convencionais de manejo e produção em seus três tipos de sistemas produtivos, tornando-os mais vulneráveis e dependentes de insumos externos para que se tenha produtividade.

A metodologia Emergética provou ser uma ferramenta eficaz para o cálculo dos sistemas produtivos avaliados, resultando em valores realísticos das contribuições ambientais, sociais e econômicas que envolvem cada sistema produtivo.

Por apresentar a menor Razão de Produção por Energia (EYR) e a maior Razão por Investimento (EIR), o sistema produtivo de tomate caracterizou-se nesse estudo por ser o mais prejudicial do ponto de vista ambiental e econômico. Os valores resultantes da produção de tomate foram inferiores aos de investimento, deixando uma dívida para o produtor.

Por meio dos resultados obtidos, é possível definir o valor de todas as contribuições ambientais humanas e tecnológicas que foram necessárias para manter cada sistema produtivo desde o plantio até a colheita final do produto.

A definição deste valor agregado, por sua dependência de fatores socioculturais, político-econômicos e mercadológicos, é processo de alta complexidade que somente poderia ser tratado em nível de mestrado e/ou doutorado, trazendo subsídios tanto ao agricultor quanto às políticas nacionais de produção e consumo. Este assunto deverá ser aprofundado num trabalho de envergadura bem maior, envolvendo sociologia, antropologia social, economia e muita consulta com os agricultores familiares e suas organizações de base.

A adoção de sistemas produtivos cujas técnicas de manejo sejam menos prejudiciais ao meio ambiente e ao produtor rural, é uma ótima oportunidade para reestruturar a unidade produtiva do Sítio Passarini, aumentando ao mesmo tempo, seu grau de diversificação, colaborando para uma maior geração de renda e menor dependência do produtor de apenas um cultivo, como no caso deste estudo, o de Milho Verde, que representou melhor eficiência operacional pela metodologia Emergética e maior possibilidade de lucro.

Numa fase posterior deste estudo, possivelmente em nível de mestrado, poderá ser avaliada a possibilidade de inserir um sistema de produção agroflorestal (SAF), tanto para diversificar os produtos do Sítio Passarini, quanto para aumentar sua resiliência às mudanças climáticas e proteger sua biodiversidade animal e vegetal.

Tendo em vista uma preocupação com o futuro, para que as próximas gerações possam desfrutar dos mesmos benefícios disponibilizados pela natureza sem custo ao ser humano, o sistema agroflorestal é a alternativa mais viável para substituir o modo de produção convencional presente na maioria dos sistemas produtivos nos dias de hoje, inclusive o do Sítio Passarini.

O sistema agroflorestal é visto como um modelo mais sustentável de produção, uma vez que possui uma maior complexidade nos sistemas produtivos, dispensando o uso de agrotóxicos, adotando o controle natural e combinando espécies produtivas com espécies nativas em um mesmo local, diversificando cada vez mais o sistema – o que torna essencial o desenvolvimento de um processo de transição agroecológica gradativa em toda unidade produtiva.

Em busca de melhorar a logística do comércio dos produtos do Sítio Passarini, propõe-se uma melhor organização/união dos produtores familiares mais próximos para viabilizar o transporte e fortalecer as vendas, construindo uma rede de associados capazes de ofertar uma gama variada de produtos em feiras, diretamente do produtor para o consumidor final. Essa forma de organização e venda resultaria na comercialização dos produtos por preços mais elevados pela retirada dos “atravessadores” que hoje compram o produto e depois o revendem para o consumidor final, enquanto o processo proposto é realizado diretamente entre produtor-consumidor.

Após o retorno mais compensatório dos produtos comercializados, pode-se investir na propriedade visando à melhoria da qualidade ambiental, proteção dos recursos naturais e até mesmo dos sistemas produtivos contra as “externalidades”, representadas pelo uso intensivo de agrotóxicos na região. Medidas como: barreiras vegetais de proteção ao entorno da propriedade, diversificação do sistema com espécies madeireiras e frutíferas e manejo adequado do solo, podem contribuir para um maior sucesso produtivo da unidade.

## Referências

AGOSTINHO, F. D. R.; **Uso de análise emergética e sistema de informação geográficas no estudo de pequenas propriedades agrícolas.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Unicamp, Campinas. 2005. 252 pp.

ALBURUERQUE, T.C. **Análise emergética de um sistema agroflorestal: Sítio Catavento, Indaiatuba, SP.** Tese de Doutorado. Faculdade de Engenharia de Alimentos-FEA, UNICAMP. Campinas. 2012. 193 pp.

ANDREOLI, C. V; ANDREOLI, F.N; JUNIOR. J, J. **Formação e Características dos Solos para o Entendimento de sua Importância Agrícola e Ambiental.** Coleção Agrinho 511.

BRANDT-WILLIAMS, S.L. **Handbook of Emergy Evaluation. A Compendium of Data for Emergy Computation Issued in a Series of Folios.** Folio #4 (2nd printing) Emergy of Florida Agriculture. Center for Environmental Policy, Environmental Engineering Sciences. University of Florida Gainesville. Florida, EUA. September 2002. 40 pp.

BROWN, M.T. e T.R. McCLANAHAN. **Emergy Analysis Perspectives of Thailand and Mekong River Dam Proposals.** Center for Wetlands, University of Florida, Gainesville, Flórida. 1992. 60 pp.

CAVALLET, O. **Análise emergética da piscicultura integrada à criação de suínos e de pesque-pagues.** Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia de Alimentos – Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP. 2004. 156 pp.

COMAR, V. **Valoração Ambiental pela Metodologia Emergética: Subsídios às Políticas Públicas no Brasil.** Editora UFGD, Dourados, MS. 2017. 102 pp.

DALCIN, D; OLVIERA, S. V; TROIAN, A. **Gestão Rural e a Tomada de Decisão: Estudo de Caso no Setor Olerícola.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre RS, Brasil 2010.

ODUM H.T. **Environmental Accounting. Emergy and Environmental Decision Making.** John Wiley & Sons, INC. 1996.

ORTEGA. E, MILLER, M.; **Avaliação Ecológica–Emergética de Processos Agrícolas e Agroindustriais.** Estudo de Caso: A Produção de Soja. FEA-Unicamp, Campinas SP, Brasil 2001.

**Plano Municipal de Saneamento Básico & Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Ponta Porã-MS Versão Preliminar.** Instituto Brasileiro de Administração Municipal IBAM, Dez, 2014.

SACHS, I. **Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável.** Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

