

UFSC
Disciplina: Agroecologia

Sustentabilidade

Qualquer dúvida: Dr. **ILYAS** Siddique

Fone: 3721.**5475** **ILYSID@gmail.com**

Sustentabilidade no contexto da agroecologia

...abordagem
sistêmica que
equilibra:

- integridade ambiental,
- equidade social e
- viabilidade econômica

(Gliessman 2007)

...baseada em agroecossistemas
que:

- Preservam qualidade ambiental,
- Sustentam conexões sociais saudáveis, e
- Reciclam eficientemente o capital natural e social em vez de depender de insumos comerciais

(Ben Stinner Endowment 2006) ₂

Motivos para medir Sustentabilidade

- Assistir decisões de manejo
- Fiscalizar cumprimento da lei
- Certificar cumprimento de normas para produtos de qualidade (p.ex. Orgânicos)
- Entender funcionamento de capacidades de carga e resiliência

Componentes de sustentabilidade

Âmbito biofísico:

- Energia
- Água
- Nutrientes
- Reprodução biológica

Âmbito social:

- Rentabilidade econômica
- Reprodução cultural

Caso: Agroecossistemas:

Pontos de referência:

- Ecossistemas naturais
- Agroecossistemas tradicionais sustentados por muitas gerações
- Alvo dinâmico!

Escalas:

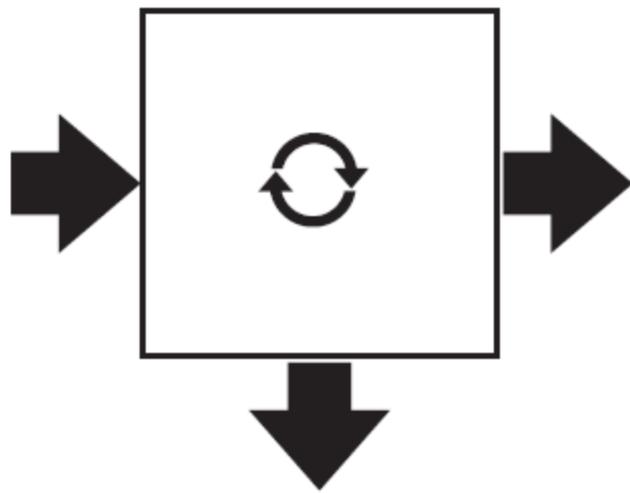
- espaciais
- temporais

↔ Ineficiência energética

EUA (no Brasil não muito mais baixo):

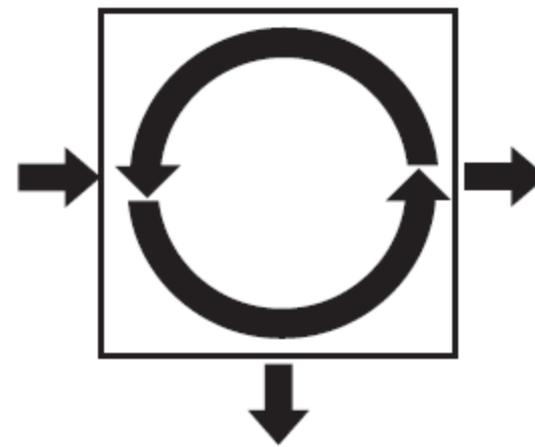
10 kcal de energia fóssil usada para possibilitar 1kcal de alimento consumido (Pimentel & Pimentel 2008)!

Pimentel, D. & Pimentel, M. 2008. ***Food, Energy, and Society***. 3a ed., CRC Press, Boca Raton, FL.



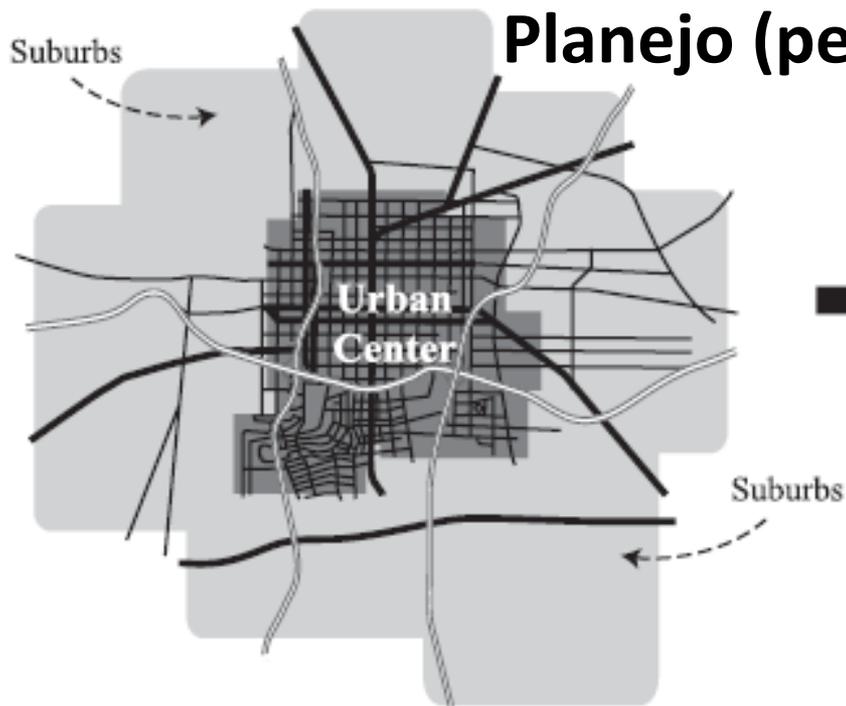
Sistema atual (“business as usual”)

1. Altos insumos de energia fóssil
2. Uso mínimo de processos ecossistêmicos de suporte
3. Poluição (solo, água, ar)
4. Baixo controle interno
5. Pouca produção local
6. Baixa (agro-)biodiversidade
7. Agrava mudança climática
8. Baixa segurança alimentar

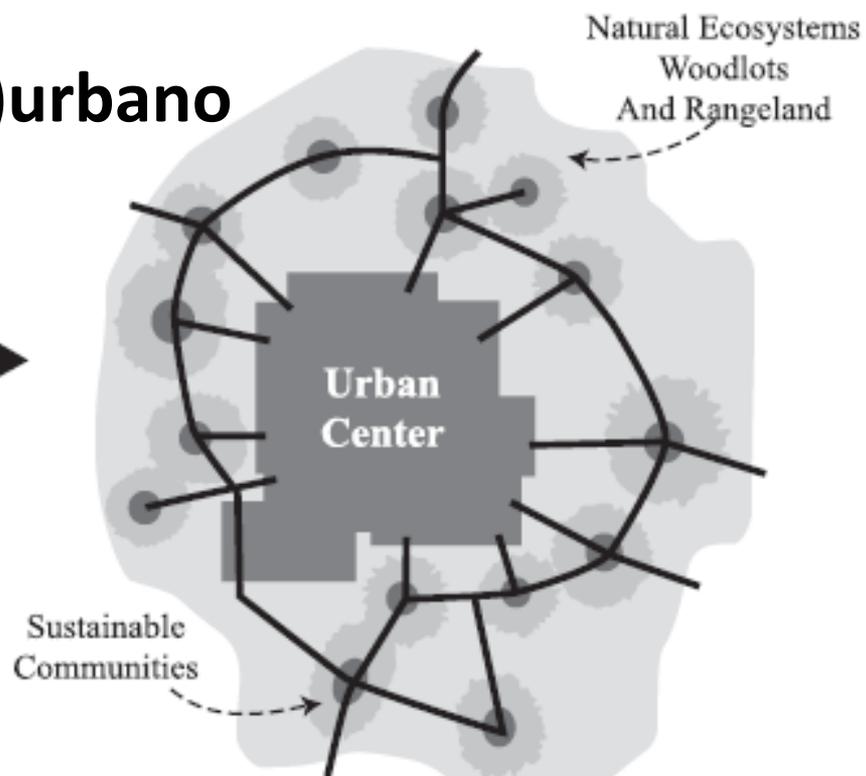


Comunidade sustentável

1. Uso mínimo de energia fóssil
2. Maximiza processos ecossistêmicos de suporte
3. Reciclagem
4. Alto controle interno
5. Alta produção local
6. Alta (agro-)biodiversidade
7. Mitiga mudança climática
8. Alta segurança alimentar



Planejo (peri-)urbano



Sistema atual (“business as usual”)

Dependência de trânsito:
 alta proporção da população,
 grandes distâncias,
 alta frequência (>2 vezes / dia)

Comunidade sustentável

Transição dos subúrbios para paisagem semirural, principal economia produção agrícola de perecíveis e soportes relacionados para o núcleo urbano

Parâmetros medíveis de sustentabilidade de agroecossistemas (modificado de Gliessman 2000)

A. Características do Recurso Solo

Ao longo prazo:

- a. Profundidade do solo, especialmente do horizonte A e também camada orgânica
- b. % e qualidade da matéria orgânica no solo superficial
- c. Densidade aparente e outras medidas de compactação
- d. Taxa de infiltração e percolação de água no solo
- e. Salinidade e concentrações de minerais
- f. Capacidade efetiva de troca de íons e pH
- g. Biomassa viva do solo (microbios e fauna)
- h. Agregados do solo estáveis em água
- i. Macroporosidade do solo

Ao curto prazo:

- i. Taxas de erosão do solo
- j. Eficiência de captura absorção de nutrientes de fontes in situ
- k. Disponibilidades absolutas e relativas entre nutrientes

Direção de efeito do indicador na sustentabilidade:

+ positivo

- negativo

* não linear

Exemplo de indicador medível em campo: Índices de estruturação do solo



High aggregate porosity



Low aggregate porosity



Grey-blue colour

- + Integrador de múltiplas funções de qualidade
- + Susceptível ao manejo
- Influenciado por muitos outros fatores (pedológicos) além do manejo
- + mais viável como indicador nas mesmas localizações ao longo do tempo

Guimarães et al. (2011) Soil Use Manage 27:395-403
www.sac.ac.uk/research/groups/cropandsoil/vess

Qualidade Estrutural	Tamanho e aparência dos agregados	Porosidade visível e raízes	Aparência depois do manuseio: vários solos	Aparência depois do manuseio: mesmo solo diferentes manejos	Característica distintiva	Aparência e descrição de agregados naturais ou fragmento reduzido de ~ 1,5 cm de diâmetro
<p>Qe1 Friável</p> <p>Agregados quebram facilmente com os dedos</p>	<p>Maioria < 6 mm após a quebra</p>	<p>Alta porosidade</p> <p>Raízes por todo solo</p>			 <p>Agregados pequenos</p>	 <p>A ação de quebrar o bloco é suficiente para revelá-los. Agregados grandes são compostos por agregados menores, presos pelas raízes.</p>
<p>Qe2 Intacto</p> <p>Agregados quebram facilmente com uma mão</p>	<p>Uma mistura de agregados porosos e redondos entre 2 mm – 7 cm</p> <p>Sem presença de torrões</p>	<p>Maioria dos agregados são porosos</p> <p>Raízes por todo solo</p>			 <p>Agregados altamente porosos</p>	 <p>Agregados quando obtidos são redondos, muito frágeis, despedaçam muito facilmente e são altamente porosos.</p>
<p>Qe3 Firme</p> <p>Maioria dos agregados quebram com uma mão</p>	<p>Uma mistura de agregados porosos entre 2mm -10 cm; menos de 30% são <1 cm. Alguns torrões angulares não porosos podem estar presentes</p>	<p>Macroporos e fissuras presentes</p> <p>Porosidade e raízes: ambas dentro dos agregados</p>			 <p>Agregados com baixa porosidade</p>	 <p>Fragmentos de agregados são razoavelmente fáceis de serem obtidos. Apresentam poucos poros e são arredondados. Raízes geralmente crescem através dos agregados.</p>
<p>Qe4 Compacto</p> <p>Quebrar agregados com uma mão requer esforço considerável</p>	<p>Maioria > 10 cm e são sub-angulares não porosos; possibilidade de horizontalização; menos que 30% são <7 cm</p>	<p>Poucos macroporos e fissuras</p> <p>Raízes agrupadas em macroporos e ao redor dos agregados</p>			 <p>Macroporos bem distintos</p>	 <p>Fragmentos de agregados são fáceis de serem obtidos quando o solo está úmido, em forma de cubo muito angulosos e pontudos e apresentam fissuras internamente.</p>
<p>Qs5 Muito compacto</p> <p>Difícil quebra</p>	<p>Maioria são maiores que > 10 cm, muito poucos < 7 cm, angular e não poroso</p>	<p>Porosidade muito baixa. Macroporos podem estar presentes. Pode conter zonas anaeróbicas Poucas raízes e restritas a fissuras</p>			 <p>Cor azul-aczentada</p>	 <p>Fragmentos de agregados são fáceis de serem obtidos quando o solo está úmido, no entanto, considerável força é necessária. Geralmente não apresentam poros ou fissuras.</p>

B. Fatores hidrogeológicos

Eficiência de uso de água na propriedade

- a. Taxas de infiltração de chuva ou irrigação
- b. Capacidade de retenção de umidade no solo
- c. Taxas de perda de solo por erosão
- d. Grau de encharcamento, esp. na zona radicular
- e. Efetividade de drenagem
- f. Distribuição de umidade do solo em relação à demanda dos cultivos

Fluxo superficial de água

- g. Sedimentação de cursos de água e humedais
- h. Concentração e transferência de agrotóxicos
- i. Taxas de erosão do solo e formação de voçorocas
- j. Efetividade de sistemas de conservação para reduzir poluição não-pontual

Qualidade de água no lençol freático

- k. Movimento de água através do perfil do solo
- l. Lixiviação de nutrientes, esp. nitrato
- m. Lixiviação de agrotóxicos e outros contaminantes

Parâmetros medíveis de sustentabilidade de agroecossistemas (modificado de Gliessman 2000)

C. Fatores bióticos

No solo:

- a. Biomassa microbiana total do solo
- b. Taxas de renovação da biomassa
- c. Diversidade de microbios edáficos
- d. Taxa de ciclagem de nutrientes pela biomassa edáfica
- e. Quantidades de nutrientes armazenados em diferentes estoques do agroecossistema
- f. Estrutura e função da rizosfera
- g (subterrâneo): Relação entre organismos benéficos e pragas ou doenças: Dividir abundância (ou diversidade) de organismos benéficos que agem como depredadores, parasitóides, patógenos ou antagonistas entre a abundância (ou diversidade) de pragas ou doenças de cultivos

**Parâmetros medíveis
de sustentabilidade
de agroecossistemas
(modificado de Gliessman
2000)**

Parâmetros medíveis de sustentabilidade de agroecossistemas (modificado de Gliessman 2000)

C. Fatores bióticos

Acima do solo

g (aéreo): Relação entre organismos benéficos e pragas ou doenças: Dividir abundância (ou diversidade) de organismos benéficos que agem como depredadores, parasitóides, patógenos ou antagonistas entre a abundância (ou diversidade) de pragas ou doenças de cultivos

h. Diversidade e abundância de pragas

i. Grau de resistência a pesticidas

j. Diversidade e abundância de inimigos naturais e organismos benéficos

k. Diversidade de nichos ecológicos e sua sobreposição

l. Durabilidade de estratégias de controle

m. Diversidade e abundância de plantas, animais e microbios nativas

Parâmetros medíveis de sustentabilidade de agroecossistemas (modificado de Gliessman 2000)

D. Características no nível ecossistêmico

- a. Produtividade líquida anual
- b. Componentes do processo produtivo
- c. Diversidade estrutural, funcional, vertical, horizontal, temporal
- d. Estabilidade e resistência a estresses
- e. Resiliência e recuperação de distúrbios
- f. Intensidade e origens de insumos externos
- g. Fontes de energia e sua eficiência de utilização
- h. Eficiência de captura, reciclagem e retenção de nutrientes
- i. Taxas de crescimento populacional
- j. Complexidade da comunidade e das interações interespecíficas

Parâmetros medíveis de sustentabilidade de agroecossistemas (modificado de Gliessman 2000)

E. Viabilidade econômica da propriedade

- a. Custos e ingressos pela produção por unidade
- b. Taxa de investimentos em ativos tangíveis (bens e direitos necessários para manter atividades) e conservação
- c. Carga de dívidas e juros pagáveis
- d. Variância nos retornos (ou lucros) durante o tempo (p.ex. entre meses ou anos)
- e. Dependência de insumos subvencionados ou apoios financeiros
- f. Retorno relativo líquido para práticas e investimentos ecológicos
- g. Externalidades fora da propriedade e custos que resultam das práticas agrícolas
- h. Estabilidade dos ingressos e diversidade de práticas produtivas

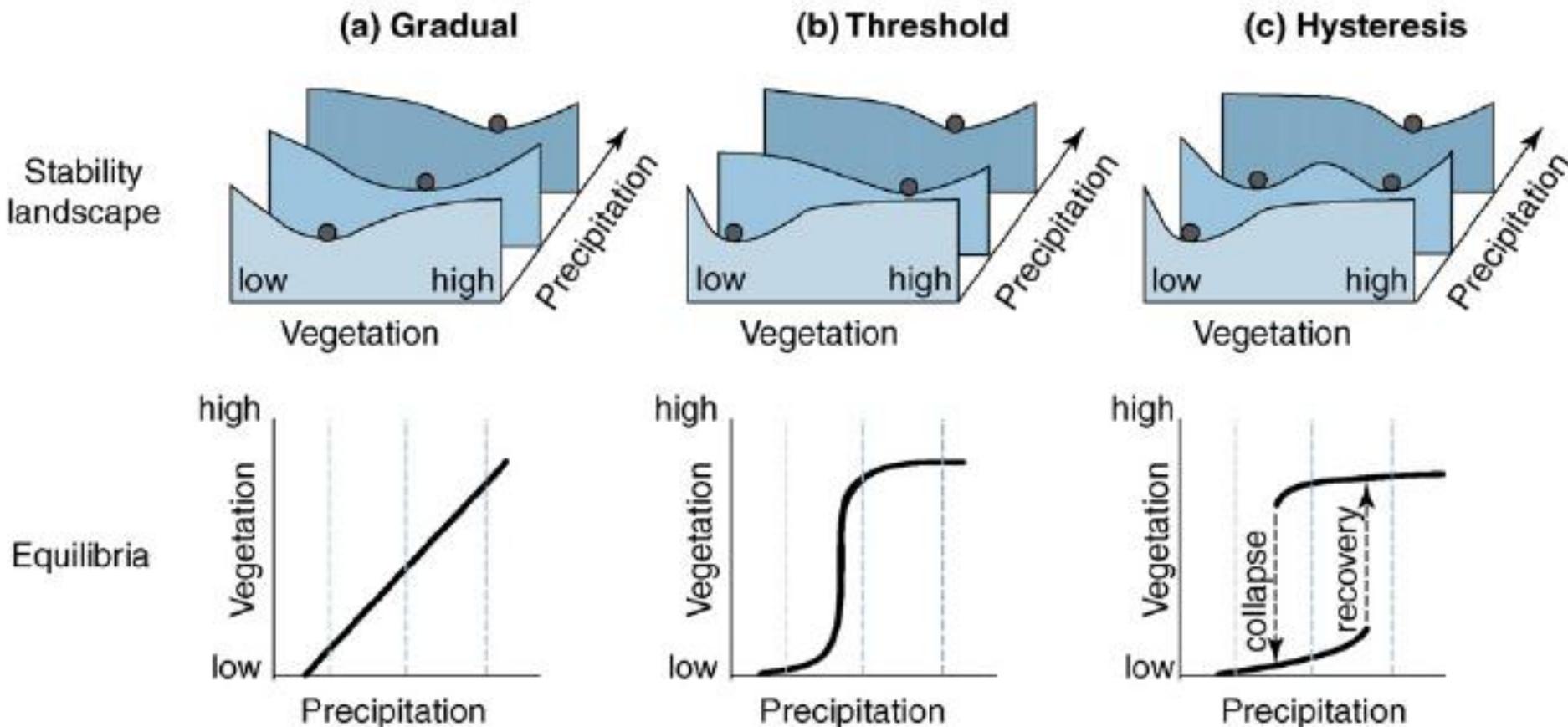
Parâmetros medíveis de sustentabilidade de agroecossistemas (modificado de Gliessman 2000)

F. Ambiente social e cultural

- a. Equidade de retornos para o proprietário, trabalhador/peão e consumidor
- b. Autonomia versus dependência de forças externas
- c. Autosuficiência e uso dos recursos locais
- d. Justiça social – especialmente entre gerações ou entre grupos culturais
- e. Equidade no envolvimento no processo produtivo

Resiliência ecossistêmica: componente chave não-linear de sustentabilidade

Capacidade (ou não) de recuperar após transição para estado estável alternativo (exemplo: degradação ecohidrológica da paisagem)



FONTE: Gordon et al. 2008. Agricultural modifications of hydrological flows create ecological surprises. *Trends in Ecology & Evolution* 23:211-219.

UFSC
Disciplina: Agroecologia

Indicadores de Sustentabilidade

Textos chaves:

Deponti et al. 2002. Estratégia para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas. *Agroecol. e Desenvol. Rur. Sustent. (Porto Alegre)* 3:44-52

<http://wp.ufpel.edu.br/consagro/files/2010/11/DEPONTI-Cidonea-Estrat%C3%A9gia-IS.pdf>

Ortega, E (organizador) *Engenharia ecológica e agricultura sustentável: Exemplos de uso da metodologia energética-ecossistêmica*. UNICAMP, Campinas-SP.
www.fea.unicamp.br/docentes/ortega/livro/index.htm

Qualquer dúvida: Dr. **ILYAS** Siddique

Fone: 3721.5475 **ILYSID@gmail.com**

Requisitos de indicadores de sustentabilidade no contexto da agroecologia

É necessário ter clareza sobre:

- Para que avaliar?
- Porque avaliar?
- Para quem?
- O que avaliar?
- Como avaliar?
- Por quanto tempo avaliar?
- De que elementos consta a avaliação?
- De que maneira serão expostos, integrados e aplicados os resultados da avaliação para o melhoramento do perfil dos sistemas analisados?

Indicadores de sustentabilidade agroecológica deve:

- ✓ ser significativo para o sistema (importante para seu funcionamento)
- ✓ ser válido/coerente (método vinculado ao mecanismo/processo de interesse)
- ✓ sensível para refletir o impacto do manejo ou durante o tempo
- ✓ ser consistente (reproduzível) entre medições nas mesmas condições (não tão sensível que possa ser afetado por variações de fundo)
- ✓ ser objetivo (independente do avaliador)
- ✓ ser claramente definidos (idealmente parte de bases de dados existentes)
- ✓ ser prático de medir e fácil de entender e interpretar
- ✓ ser de fácil mensuração (idealmente em campo), baseado em informações facilmente disponíveis e de baixo custo
- ✓ permitir participação da população local na definição e mensuração
- ✓ Ser integrador (condensar vários aspectos do sistema)
- ✓ permitir a relação com outros indicadores, facilitando a integração entre eles

MODIFICADO DE:

Deponti et al. (2002) *Agroecol. e Desenvol. Rur. Sustent. (Porto Alegre)* 3:44-52

Barrios et al. (2011) *InPaC-S: Integração Participativa de Conhecimentos sobre*

Indicadores de Qualidade do Solo: Guia metodológico. ICRAF/Embrapa/CIAT, Nairobi

Indicadores para todos

A group of approximately ten people are gathered around a table in a rustic, possibly agricultural or community setting. They are looking at a large map or document spread on the table. The setting appears to be a simple structure with wooden beams and yellow plastic sheeting. The people are dressed in casual clothing, and the atmosphere suggests a collaborative meeting or training session.

P.ex.:

- Indicadores de qualidade do solo
- De qualidade de vida de agricultores/moradores
- Outros para cada região ou propriedade de acordo com seu interesse.

Comparação espacial, temporal, e em relação a fatores de interesse

- Os resultados podem ser comparados entre diferentes propriedades e/ou ao longo dos anos.
- A comparação serve apenas para termos uma noção do que precisa melhorar.



➤ *Estes indicadores precisam ser:*

- de fácil coleta dos dados;
- dados sejam confiáveis;
- de baixo custo e
- capazes de integrar todas propriedades (exemplo: físicas, químicas e biológicas para o solo).



Escolha dos indicadores

- Discussão com interessados sobre quais parâmetros são importantes/interessantes para avaliação de cada atributo.



Avaliação comunitária demonstrativa de indicador prático, simples e de baixo custo de sustentabilidade (solo) em campo



Adaptado de: M. Venturi, L.R. D'Agostini, J. Comin, P. Lovato (apostila, UFSC)

Parâmetros dependentes do contexto

- Mensuração de um dado pode não identificar se isso significa crescimento, estagnação ou decréscimo
- Só o dado passará a ter significado apenas se referido a *parâmetros* não-universais, dinâmicos (não-estáticos) e mutáveis (parâmetros refletem interesses concretos naquele momento histórico)

Anexo 3 – Indicadores de qualidade do solo, características e valores correspondentes.

Indicadores de qualidade de solo	Valor	Características
Cor, odor e teor de matéria orgânica	1	Coloração mais clara, odor desagradável, teor muito baixo de matéria orgânica
	5	Coloração mais escura, sem odor marcante, pouca matéria orgânica
	10	Coloração escura, com odor de terra fresca, muita matéria orgânica
Profundidade do solo	1	Raso, subsolo quase exposto ou com afloramento de rochas
	5	Camada arável com pelo menos 30 cm
	10	Camada arável profunda, de pelo menos 60 cm
Estrutura do solo	1	Poeirento, não forma agregados visíveis
	5	Poucos agregados que se rompem com leve pressão
	10	Muitos agregados, mantém a estrutura após leve pressão
Compactação e infiltração	1	Muito compactado, pouca ou nenhuma infiltração
	5	Presença de uma fina camada compactada, água infiltra lentamente
	10	Não há compactação do solo, água infiltra facilmente
Erosão	1	Erosão severa, presença de sulcos e canais de erosão
	5	Erosão difícil de observar, escorrimento não cria sulcos
	10	Sem sinais visíveis de erosão
Retenção de umidade	1	Solo seca rápido
	5	Baixa capacidade de retenção de umidade durante estiagem prolongada
	10	Boa capacidade de retenção de umidade, mesmo durante estiagem prolongada
Atividade biológica	1	Sem sinais da presença de minhocas e artrópodes
	5	Presença de algumas minhocas e artrópodes
	10	Abundância de minhocas e artrópodes
Diversidade de plantas espontâneas	1	Uma só espécie
	5	Poucas espécies
	10	Alta diversidade de espécies
Estado dos restos vegetais e cobertura do solo	1	Solo pouco coberto, pouca ou nenhuma palhada, sem sinais de decomposição
	5	Fina camada de palha, cobertura do solo acima de 50%
	10	Solo bem coberto, restos vegetais em diferentes estágios de decomposição

Exemplo de representação gráfica dos resultados:

Cobertura e espessura de palhada

Cobertura de plantas espontâneas

Atividade microbológica

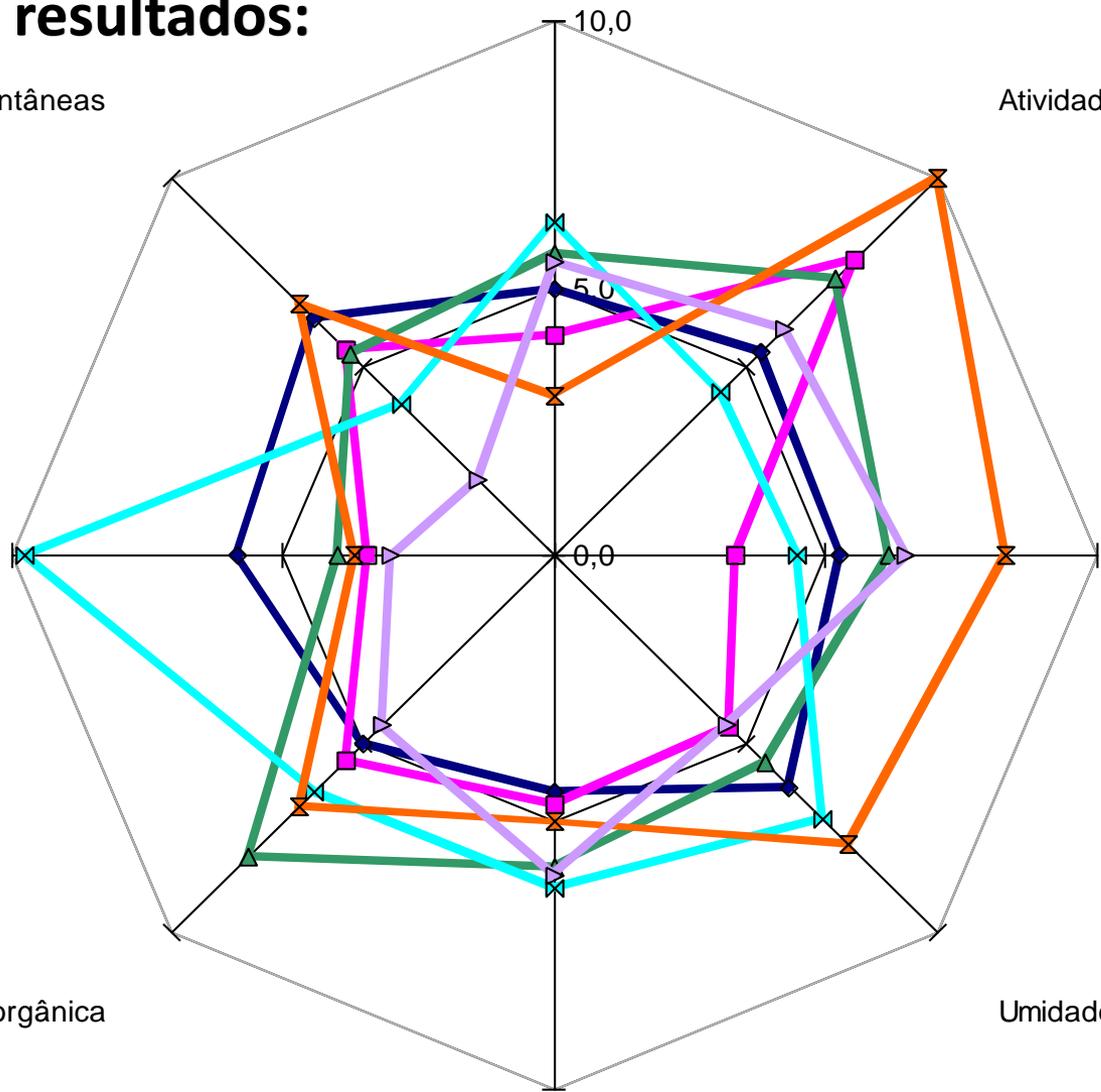
Estrutura do solo

Resistência à penetração

Matéria orgânica

Umidade

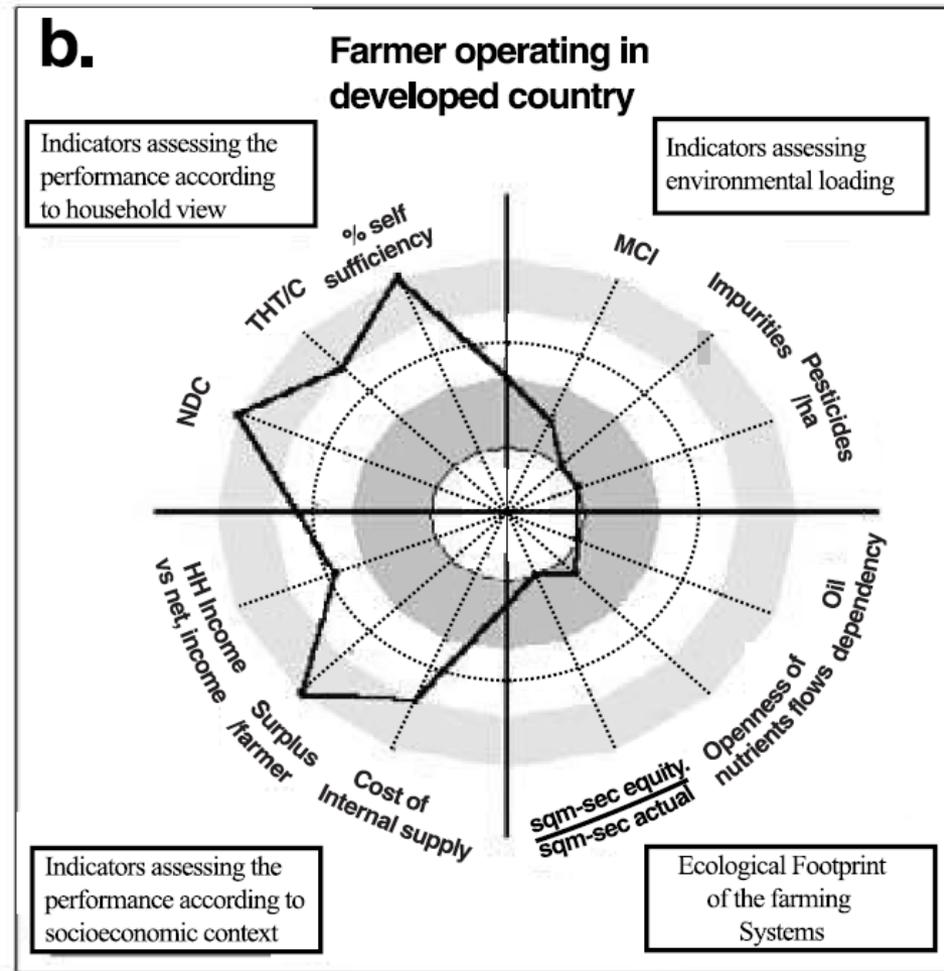
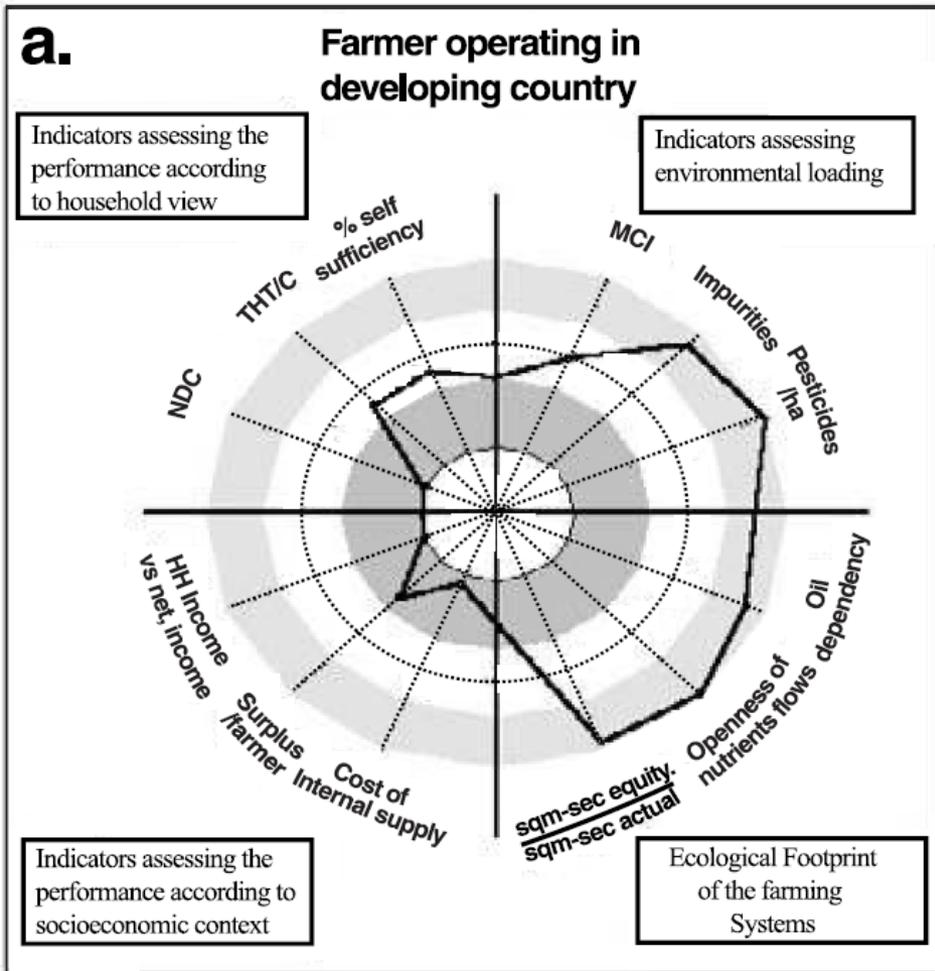
Atividade biológica



Adaptado de: M. Venturi, L.R. D'Agostini, J. Comin, P. Lovato (apostila, UFSC)



Indicadores positivos e negativos na mesma escala gera confusão (abaixo). Melhor re-escalar...



Exemplos específicos de espaços de desempenho multi-critério, multi-escala. Em: Giampietro & Pastore. 2000. Operationalizing the concept of sustainability in agriculture. Pp. 177-202 em: Gliessman. Agroecosystem Sustainability. CRC, Boca Raton/FL.

Sistema alternativo de avaliação de sustentabilidade

MESMIS - Marco de Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade (Astier, Maserà et al., GIRA/UNAM/ECOSUR/CICA, México)

<http://mesmis.gira.org.mx/>

"**E**nergia" = a energia gasta pela biosfera para produzir recursos

= toda a energia externa e interna, renovável ou não, que a biosfera utiliza-se para produzir um recurso, seja natural ou antrópico

= a energia incorporada ao processo de obtenção do recurso

Ortega, E (2002) Capítulo 2 em: Ortega, E (organizador) *Engenharia ecológica e agricultura sustentável: Exemplos de uso da metodologia energética-ecossistêmica*. UNICAMP, Campinas-SP.

www.fea.unicamp.br/docentes/ortega/livro/index.htm

Emergia: Definições 1

Emergia é a energia disponível de uma determinada forma usada em transformações diretas ou indiretas, para gerar um determinado produto ou serviço. (unidade: emjoule ou Joule emergético). Se a emergia solar é a base contável, então os resultados serão emjoules solar (abreviado seJ).

Valores Unitários Emergéticos (UEVs) são calculados com base na emergia necessária para gerar uma unidade de produção a partir de um processo. Existem vários tipos de UEVs, tais como:

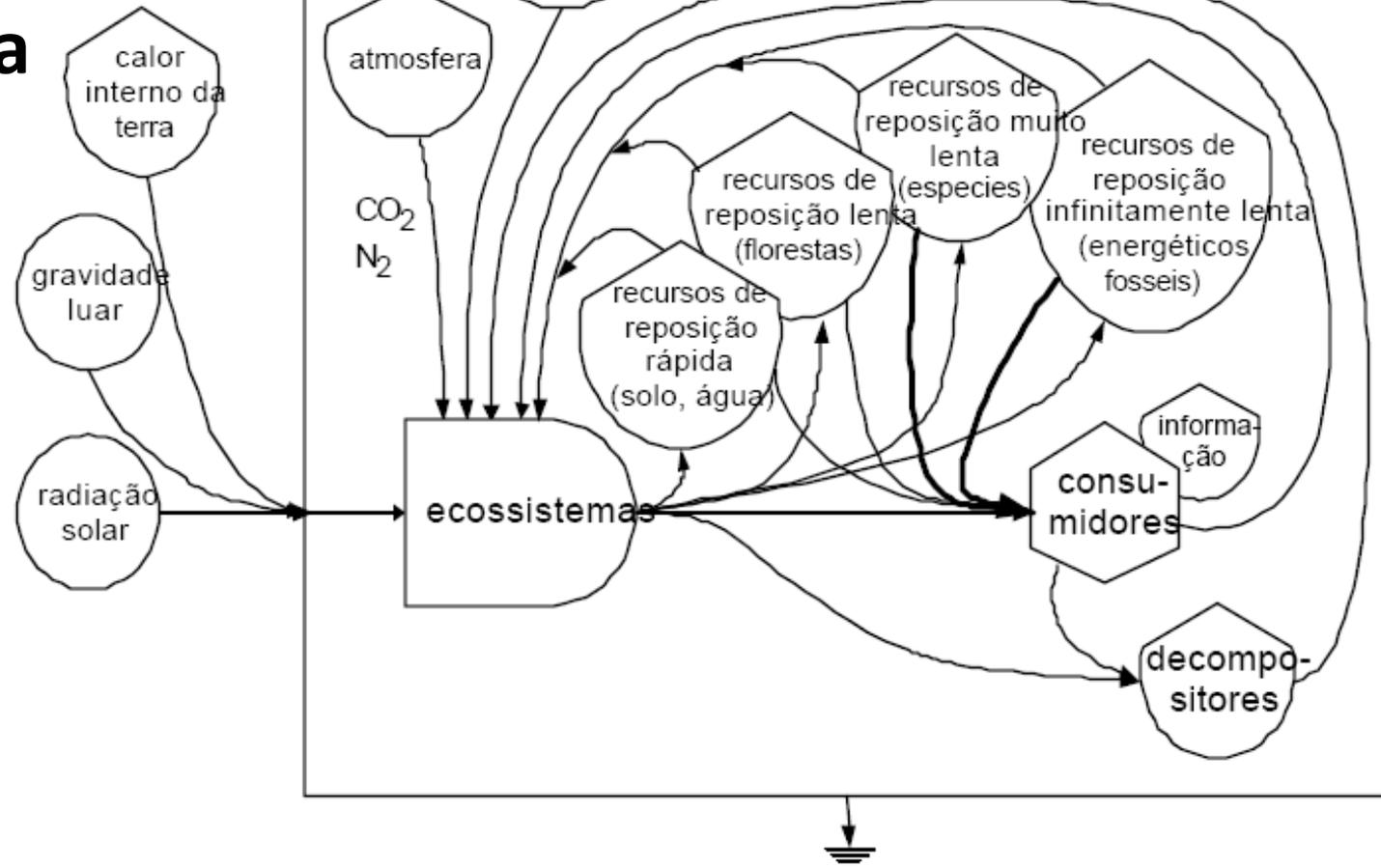
- ***Transformidade*** - a quantidade de emergia introduzida por unidade de emergia disponível gerada.
- ***Emergia específica*** - a emergia por unidade de produção de massa gerada. A emergia específica é geralmente expressa em emergia solar por grama (seJ / g). Pois é necessário energia para concentrar os materiais, o valor da unidade de emergia de qualquer substância aumenta com a concentração.
- ***Potência emergética*** é um fluxo de emergia (isto é, emergia por unidade de tempo). Os fluxos de emergia são normalmente expressos em unidades de potencia solar emergética (emjoules solar por hora, seJ /s, seJ / ano).

Emergia: Definições 2

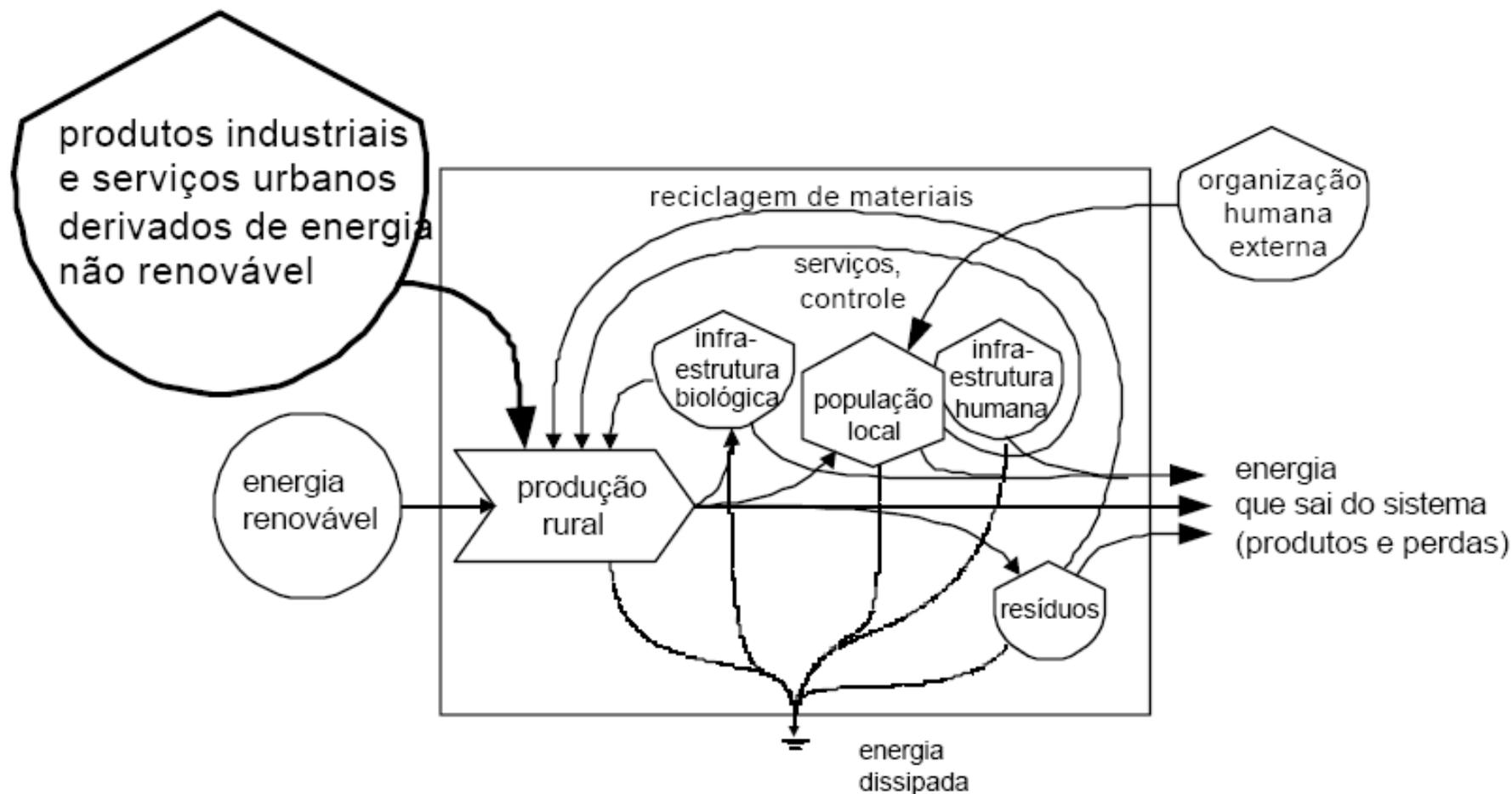
Valores Unitários Emergéticos (UEVs) [continuação]:

- **Emergia por unidade monetária** - *energia necessária para a geração de uma unidade de produto econômico (expresso em moeda corrente)*. Ele é utilizado para converter pagamentos de dinheiro em unidades de emergia. Como o dinheiro é pago a pessoas por seus serviços e não para o ambiente, a contribuição de um pagamento monetário a um processo é a emergia que as pessoas podem comprar com o dinheiro ao qual se refere o pagamento. A quantidade de recursos que o dinheiro compra depende da quantidade de emergia que suporta a economia e a quantidade de dinheiro em circulação. Esta relação varia conforme o país e descreve anualmente o que se entende como índice da inflação. Esta emergia / dinheiro é útil para avaliar a participação dos serviços prestados no sistema e é normalmente utilizada quando o salário médio é adequado.
- **Emergia por unidade de trabalho** - *é a quantidade de emergia necessária para manter uma unidade de trabalho diretamente utilizada no processo*. Os trabalhadores realizam um trabalho em um processo de tal modo que indiretamente investe no processo toda a emergia que é possível nesse trabalho (alimentação, treinamento, transporte, etc.). Esta intensidade emergética é geralmente expressa em emergia por tempo (seJ / ano; seJ / horas), mas também pode ser utilizada a emergia por dinheiro ganhado (seJ / unidade monetária). O trabalho indireto necessário para produzir e fornecer os insumos para um processo é geralmente medido como o custo monetário do serviço, isto é, a intensidade emergética que é calculado como seJ / unidade monetária.

Visão resumida do funcionamento do planeta



Visão resumida do funcionamento do sistema agrícola



Ortega, E (2002) Capítulo 2 em: Ortega, E (organizador) **Engenharia ecológica e agricultura sustentável: Exemplos de uso da metodologia energética-ecossistêmica.**

UNICAMP, Campinas-SP. www.fea.unicamp.br/docentes/ortega/livro/index.htm

Indicadores de sustentabilidade ou não-sustentabilidade no contexto de Energia

Razão de Rendimento Emergético (*Emergy Yield Ratio*):

$$EYR = \frac{\text{energia total}}{\text{energia da economia}} = \frac{Y}{F} = \frac{F + I}{F} = 1 + \frac{(R + N)}{F} = 1 + \frac{75}{50} = 2,5$$

Razão de Investimento Emergético (*Emergy Investment Ratio*):

$$EIR = \frac{\text{energia da economia}}{\text{energia da natureza}} = \frac{F}{I} = \frac{M + S}{R + N} = \frac{25 + 25}{50 + 25} = \frac{50}{75} = 0,67$$

Razão de Carga Ambiental (*Environmental Loading Ratio*):

$$ELR = \frac{\text{energia recursos não renováveis}}{\text{energia recursos renováveis}} = \frac{N + F}{R} = \frac{25 + 25 + 25}{50} = \frac{75}{50} = 1,5$$

Porcentagem de Renovabilidade (*% Renewability*):

$$\%R = \frac{\text{energia dos recursos renováveis}}{\text{energia total}} = \frac{R}{Y} = \frac{25}{125} = 0,2 \quad (20\%)$$

Razão de Intercâmbio Emergético (*Emergy Exchange Ratio*):

$$EER = \frac{\text{energia cedida}}{\text{energia recebida}} = \frac{Y}{(\$ \text{ recebido}) \times \frac{seJ}{\$}}$$

Ortega, E (2002) Capítulo 2 em:

Ortega, E (organizador)

Engenharia ecológica e

agricultura sustentável:

Exemplos de uso da

metodologia energética-

ecossistêmica. UNICAMP,

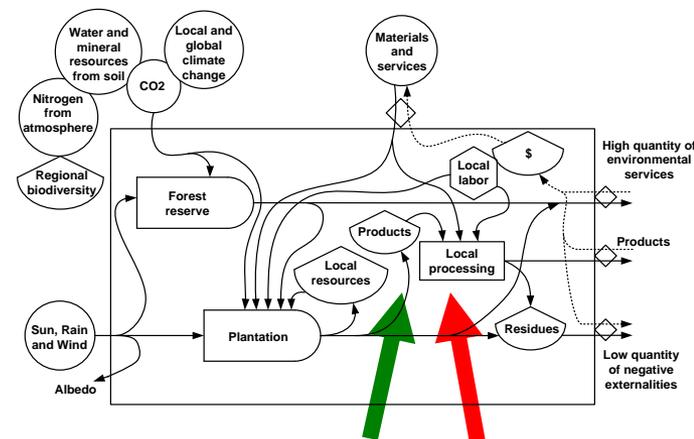
Campinas-SP.

www.fea.unicamp.br/docentes

[/ortega/livro/index.htm](http://ortega/livro/index.htm)

Pesquisa em andamento no Lab. do Prof. Ortega (UNICAMP):

Incorporando externalidades geralmente ignoradas



a. Incorporando externalidades positivas ou serviços ambientais: percolação de água, manutenção da biodiversidade; regulação do clima; controle de erosão do solo; mão de obra local.

b. Externalidades negativas: contaminação química de água e solo; redução na percolação de água, perda de solo; emissões de gases efeito estufa; perda de biodiversidade; êxodo rural.

Discussão de significados, implicações e adaptação futura

- No campo, deve haver discussão sobre o valor do indicador;
- o que é o bom, ruim, aceitável...



Adaptado de: M. Venturi, L.R. D'Agostini, J. Comin, P. Lovato (apostila, UFSC)

Leituras: Outros enfoques de aplicar análise de sustentabilidade

- Funes-Monzote FR, Monzote M, Lantinga EA, Ter Braak CJF, Sánchez JE, Van Keulen H (2009) Agro-ecological indicators (AEIs) for dairy and mixed farming systems classification: identifying alternatives for the Cuban livestock sector. *J Sustain Agric* 33(4):435–460
- Funes-Monzote FR, Martín GJ, Suárez J, Blanco D, Reyes F, Cepero L, Rivero JL, Rodríguez E, Savran V, del Valle Y, Cala M, Vigil MC, Sotolongo JA, Boillat S, Sánchez JE (2011) Evaluación inicial de sistemas integrados para la producción de alimentos y energía en Cuba. *Pastos y Forrajes* (forthcoming)