

## Metodologia para Avaliação de Impactos Ambiental e Social de Tecnologias, Produtos e Serviços com Foco no Usuário - MAIASU

### Introdução

O presente trabalho é uma contribuição da Embrapa com a finalidade de avaliar tecnologias, produtos e serviços desenvolvidos pela Embrapa, cujo foco principal é o impacto sobre o meio ambiente e meio social, sob a ótica do usuário final. Este trabalho buscou contribuições nos trabalhos de Rodrigues (1998), Rodrigues et al (2001).

**A metodologia desenvolvida está fundamentada nos seguintes enfoques:**

- Conhecer a “Visão do Usuário” sobre o elemento avaliado e seu impacto sobre o meio ambiente e o meio social, considerando como usuário todo indivíduo que interage com o elemento avaliado (trabalha, manipula, estuda, etc.). Esta é a razão que faz com que os usuários finais da tecnologia sejam os mais aptos para realizar tal tarefa. Ainda que estes usuários não possuam todo o conhecimento sobre as tecnologias, mas, sua vivência em condições reais desta tecnologia torna suas respostas as mais indicadas para a avaliação de impactos que a presente proposta pretende realizar.
- Decorrente do parágrafo anterior, este enfoque não emprega “pesos” ou “ponderações” introduzidas pelos pesquisadores. Ao contrário, o metodologia permite extrair os “pesos” ou “ponderações” atribuídas pelos usuários, que é resultado da abordagem integrativa e visão global de todos os usuários.
- A metodologia adota a abordagem hierárquica-integrativa com uma visão “Top Down”. Nesta, a tecnologia (elemento a ser avaliado) é uma integração de componentes que a formam, e por sua vez, cada um destes componentes (e seus similares num mesmo nível) decompõe-se em outros componentes (sub-componentes) assim sucessivamente, até chegar aos níveis mais baixos (indicadores). Nesta abordagem são considerados quatro níveis: tecnologia, componentes, sub-componentes e indicadores, e os mecanismos de especialização ou decomposição de elementos maiores ou mais complexos em elementos menores ou mais simples; também é usada a abordagem “Bottom Up” de generalização ou agregação pelas quais elementos menores ou mais simples agregam-se para formar entidades maiores Mansilla Baca (2002) (Figura 1).

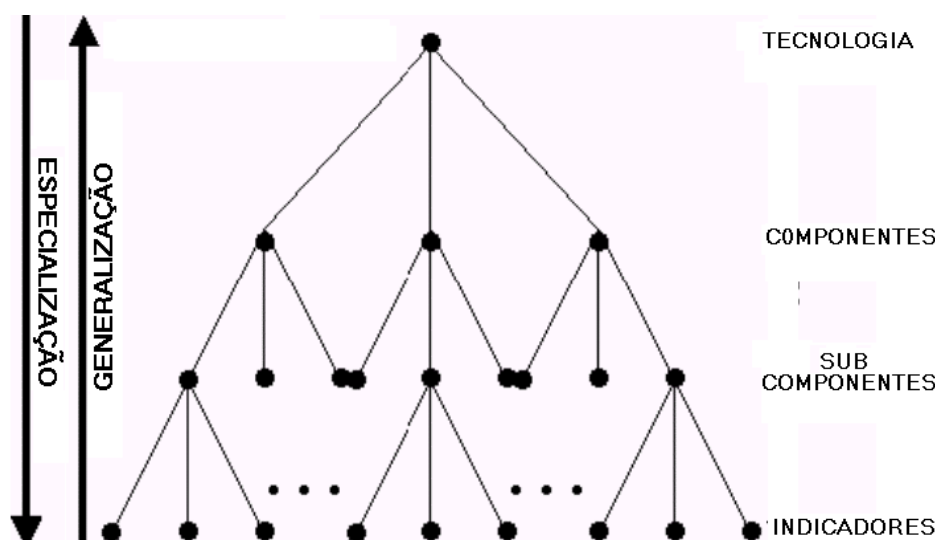


Fig. 1. Estrutura hierárquica de uma metodologia de avaliação de tecnologia

#### Autores

**Jesus Fernando Mansilla**

Baca. DsC, Pesquisador III,  
Embrapa Solos  
jesus@cnps.embrapa.br

**Sergio Gomes Tôsto.** MsC,  
Pesquisador II Embrapa Solos  
tosto@cnps.embrapa.br

**Elizabeth Santos Brandão.**  
MsC, Técnico de Nível  
Superior III Embrapa Solos  
bethbrandao@cnps.embrapa.br

**Julio Roberto Ferreira**  
Costa. MsC, Técnico de  
Nível Superior III Embrapa  
Solos  
julio@cnps.embrapa.br

- Os instrumentos operacionais desta metodologia são a estatística descritiva e a modelagem de integração de elementos, que permitem que sejam feitos os diversos testes estatísticos que avaliem a qualidade dos resultados parciais e finais da metodologia. A avaliação global da proposta é feita para cada elemento que se considera na proposta (tecnologia, componente, sub-componente e indicador) com análise dos dados de todos os usuários, obtendo-se como resultado final indicadores globais da avaliação. Um aspecto importante é a obtenção dos “pesos” ou “importância” que o usuário “forneceu” (resultado do modelo) para os diferentes elementos.

- Outro aspecto importante da proposta é que além de ser aplicável para fins de impactos ambientais e sociais, também pode ser empregada para outros tipos de avaliações (Avaliação de satisfação sobre produtos adquiridos ou desenvolvidos, avaliações de recursos humanos, etc.), cujas interações sejam feitas com o usuário, mesmo que sejam necessárias ligeiras modificações ou extensões, de acordo aos objetivos definidos.

## Metodologia Proposta

Para melhor compreensão da metodologia serão seguidas as seguintes etapas: definição do objetivo, estrutura hierárquica dos componentes da tecnologia, formulação dos questionários, modelo matemático, processamento dos resultados, interpretação dos resultados.

## Definição do Objetivo

O objetivo desta metodologia é criar um modelo para avaliar os impactos que a tecnologia em estudo tem sobre o meio ambiente e sobre o meio social através do ponto de vista do usuário. O primeiro passo deve ser a definição clara, concisa e explícita do objetivo a ser alcançado pela aplicação da metodologia. Esta definição, sempre que possível, deve responder às seguintes perguntas: “Quem ou o que vai ser avaliado?”, “Onde vai ser avaliado?”, “Quando vai ser avaliado?” e “Como vai ser avaliado?”.

## Estrutura da Hierarquia dos Componentes da Tecnologia

A abordagem hierárquica integrativa permite modelar a forma como estão estruturados os componentes de uma entidade. Aqui se aplica esta teoria para organizar a estrutura hierárquica da entidade a ser avaliada. Esta tarefa é feita por uma equipe de especialistas da tecnologia avaliada e outros membros que tenham interação com a referida metodologia. Objetivamente, o que deve ficar bem especificado ao final desta tarefa é a Estrutura Hierárquica (decomposição de componentes) da tecnologia avaliada.

A Figura 2 representa a mesma estrutura que a Figura 1, mas os elementos dentro de cada caixinha têm números para melhor compreensão da estrutura hierárquica de uma Tecnologia. Para cada tecnologia estudada devem ser identificados seus componentes, sub-componentes e indicadores. Os componentes estão identificados pelo número que lhe segue, e podem ser de 1 a n. Nesta estrutura cada elemento que tiver outros elementos no nível abaixo do seu será definido como nó pai, que tem um conjunto de nós filhos. Esta estrutura seria o resultado do trabalho da equipe especialista nesta tecnologia e de seus usuários.

A Figura 3 mostra parte da Estrutura da tecnologia Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras. A equipe técnica identificou três componentes para esta tecnologia: Eficiência Tecnológica, Conservação Ambiental e Recuperação Ambiental. A estrutura está parcialmente colocada como exemplo.

## Formulação dos Questionários

Considerar que cada nó pai apresenta um conjunto de nós filhos. Partindo desta premissa devem ser analisados o nós pais e os correspondentes filhos para formar os questionários que serão avaliados pelos entrevistados.

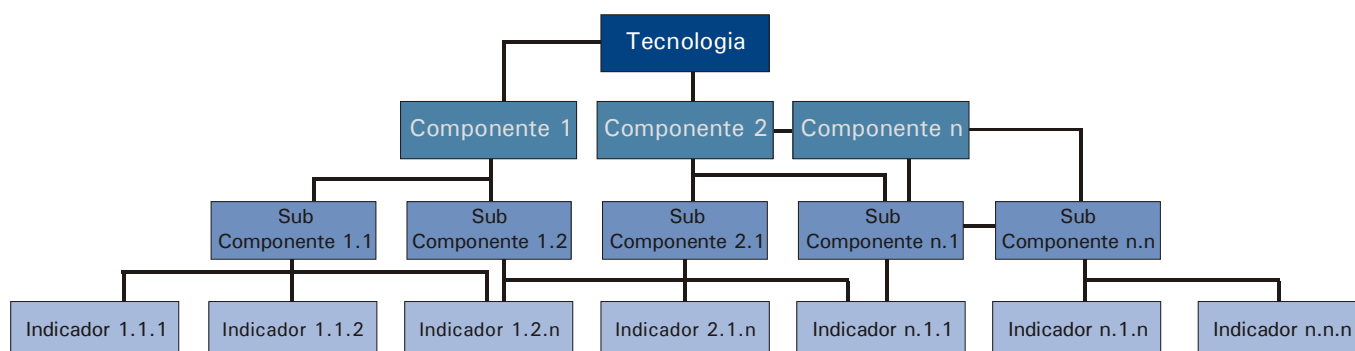


Fig. 2. Estrutura hierárquica de uma tecnologia

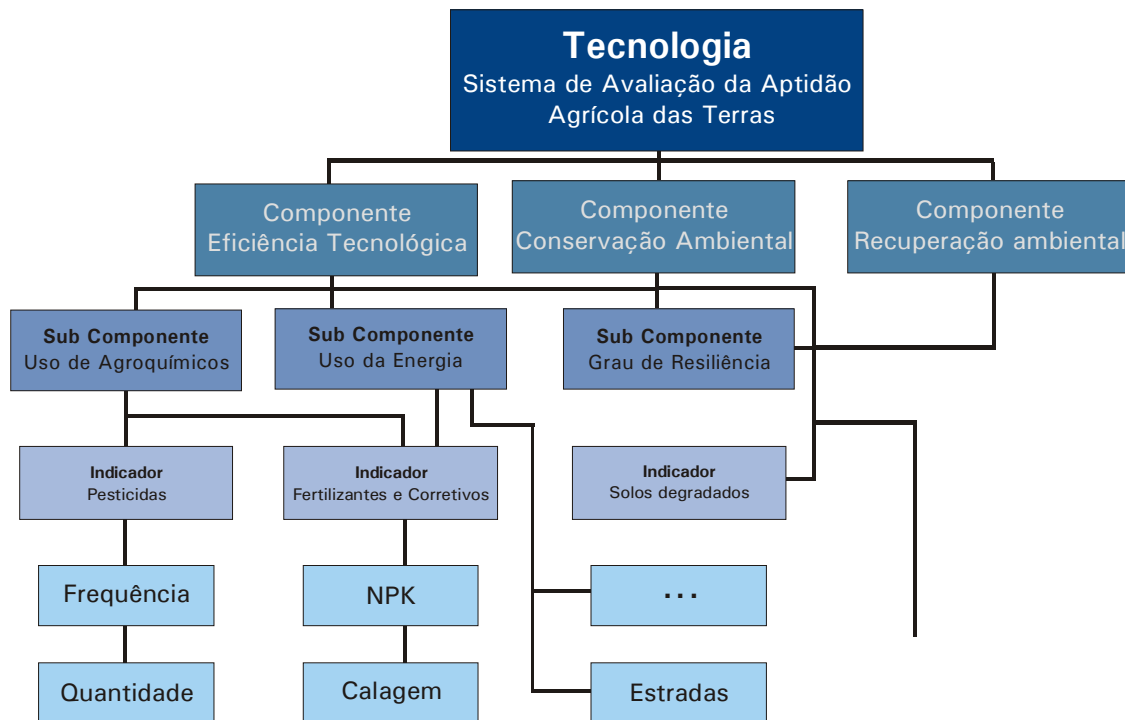


Fig. 3. Estrutura hierárquica do Sistema de Aptidão Agrícola das Terras - Avaliação de Impacto Ambiental.

A Figura 3 apresenta o nó pai Tecnologia e seus nós filhos Componente 1 ou Eficiência Tecnológica, Componente 2 ou Conservação Ambiental, até Componente n ou Recuperação Ambiental. (1º nível)

Estes nós filhos se tornam nós pais em relação ao nível abaixo. O nó pai Componente 1 ou Eficiência Tecnológica e seus nós filhos desde Sub-Componente1.1 ou Uso de Agroquímicos, até Sub-Componente1.n ou Uso de Energia. E sucessivamente até o nó pai Componente n ou Recuperação Ambiental e seus nós filhos Grau de Resiliência (2º nível).

Finalmente, no último nível de nó pai apresentado na Figura 3, começa com o nó pai Sub-Componente 1.1 ou Uso de Agroquímicos e os nós filhos Indicadores1.1.1 ou Pesticida até os Indicadores 1.1.n ou Quantidade. O último nó pai, Sub-Componente n.n ou Grau de Resiliência tem os nós filhos Indicadores n.n.1 ou Solos Degradados até os Indicadores n.n.n ou Estradas (3º nível).

Para esta subestrutura são formuladas  $n + 1$  perguntas. Este procedimento é estendido para toda a estrutura hierárquica da tecnologia avaliada.

A formulação dos questionários não pode permitir dúvidas na interpretação do que se quer pesquisar. Para tanto, as perguntas deverão ser feitas considerando se o elemento pode dar uma "Contribuição muito alta", "Contribuição alta", "Contribuição média", "Contribuição baixa" e "Contribuição quase nula ou não contribui". Ou seja, contribui se o impacto do elemento é positivo (para conseguir o objetivo) e com qual intensidade, ou não contribui se o impacto do

elemento é nulo (não atende ao objetivo). Foram definidos também adjetivos "Muito Alta", "Alta", "Média" e "Baixa" para qualificar o impacto. Deve-se formular tantas perguntas quantos elementos nó tem a estrutura hierárquica do sistema. De preferência a ordem destas questões deve seguir seu posicionamento na estrutura.

De posse destas questões, elas são enviadas aos usuários para que realizem a avaliação e retornem suas respostas para proceder ao seu processamento.

## Modelo Matemático

As respostas dos usuários para cada elemento mostram uma avaliação gradativa que pode ir num extremo de muita alta contribuição até o outro extremo de nenhuma contribuição, passando respectivamente por níveis intermediários de contribuição. Esta situação gradativa pode ser associada a 100% de contribuição (positivo) num caso extremo e 100% de nenhuma contribuição (negativo) no outro extremo. No entanto, como são cinco classes (CMA, CA, CM, CB e CN) que o usuário pode escolher (Tabela 1) e considerando a associação dos extremos aos 100% negativo e positivo, é estabelecida uma divisão desta faixa por intervalos de 40% e o ponto central de cada classe é tido como o seu representativo. Esta tabela serve para transformar as respostas em valores e vice-versa, ou seja, a transformar valores em avaliação de acordo com as classes definidas.

**Tabela 1.** Tabela de transformação das respostas dos usuários para valores

Valores atribuídos às questões	Contribuiu muito alta	CMA	0,8
	Contribuiu alta	CA	0,4
	Contribuiu média	CM	0
	Contribuiu baixa	CB	-0,4
	Contribuiu quase nula ou não contribuiu	CN	-0,8

Na Figura 2, foi apresentada a estrutura hierárquica do sub-componente e ela pode ser interpretada da seguinte maneira: “A forma como o Sub-Componente afeta o Sistema em avaliação é o resultado de como os seus indicadores (avaliações sobre eles) contribuem para alcançar tal resultado”. O modelo terá uma matriz de  $n$  linhas e  $m$  colunas onde  $n$  é o número de respostas de usuários (cada linha é a resposta de um usuário) e  $m$  colunas, sendo cada coluna um indicador inclusive a coluna do subcomponente. Para poder integrar estes dados aplicamos a seguinte formulação matemática:

$$P_{i1} * AV_{u,i1} + P_{i2} * AV_{u,i2} + P_{i3} * AV_{u,i3} + \dots + P_{im} * AV_{u,im} = AV_{u\#}$$

Onde: -  $P$  é o peso a ser determinado para uma avaliação global (todos os dados).

- $i1, i2, i3, \dots, im$  são os índices de cada elemento na estrutura processada, na qual  $m$  corresponde ao número de indicadores do componentes da tecnologia, inclusive seus subcomponentes.
- $AV$  é a avaliação do usuário transformada para valor.
- $u$  é o índice para a resposta de cada usuário para os nós filhos na estrutura avaliada, por tanto,  $u = 1, \dots, n$ .
- $u\#$  é o índice para a resposta de cada usuário para o nó pai a ser avaliado na estrutura de cada usuário, por tanto,  $u\# = 1, \dots, n$ .

Este modelo matemático pode ser escrito matricialmente da seguinte maneira:

$$[AV]_{n*m} * [P]_{m*1} = [AV\#]_{n*1} \quad (1)$$

Onde: -  $AV$ , matriz das avaliações transformadas para valores dos nós filhos (contribuintes) na estrutura considerada.

- $P$ , vetor coluna dos pesos dos contribuintes, a ser determinado.
- $AV\#$ , vetor coluna das avaliações do nó pai, para o qual contribuem os demais elementos na respectiva estrutura considerada.

O modelo apresentado tem solução aplicando a teoria das pseudo matrizes. Ou seja, considerando que na fórmula (1) o sistema de equações formado pode ter mais equações que incógnitas (pesos), na maioria dos casos, o sistema sendo linear teria uma solução aplicando a teoria das pseudo-matrizes Menezes<sup>1</sup> (1981), multiplicando ambos membros da

equação (1) pela matriz transposta de  $AV$  da seguinte forma:

$$[AV]^T_{m*n} * [AV]_{n*m} * [P]_{m*1} = [AV]^T_{m*n} * [AV\#]_{n*1} \quad (2)$$

Na equação (2), o produto  $[AV]^T_{m*n} * [AV]_{n*m}$  é uma matriz quadrada que bem condicionada tem inversa, multiplicando-se esta inversa em ambos membros de (2) a equação fica da forma:

$$[[AV]^T * [AV]]^{-1} * [[AV]^T * [AV]] * [P]_{m*1} = [[AV]^T * [AV]]^{-1} * [AV]^T * [AV\#] \quad (3)$$

Nesta equação (3), o produto  $[[AV]^T * [AV]]^{-1} * [AV]^T * [AV]$  é a matriz identidade com que se obtém a equação :

$$[P]_{m*1} = [[AV]^T * [AV]]^{-1} * [AV]^T * [AV\#] \quad (4)$$

## Processamento dos Resultados

A análise dos dados será feita através da Estatística descritiva. O primeiro processamento a ser feito, após organizar em tabelas as respostas dos usuários, é sumarizar tais tabelas para cada nó pai na estrutura hierárquica e os correspondentes nós filhos, como apresentado nas Tabelas 2, 3 e 4.

A Tabela 2 apresenta a Legenda dos diferentes elementos com as correspondentes cores que facilitem tanto a construção dos gráficos, assim como sua interpretação por parte dos usuários. A Tabela 3 mostra as freqüências (instâncias) das classificações para cada elemento, ou seja, do total de respostas recebidas, quantos usuários consideraram que cada elemento “Contribuição muito alta” (CMA), “Contribuição alta” (CA), “Contribuição média” (CM), “Contribuição baixa” (CB) e “Contribuição quase nula ou não contribuiu” (CN). A Tabela 4 é o resultado da transformação das classificações em porcentagens.

## Resultados e Discussão

AA análise de tecidos vegetais é uma medida direta da disponibilidade de nutrientes no substrato de cultivo, pois os resultados correspondem à quantidade de nutriente absorvida pelas plantas. Desta forma, o teor de nutrientes nos tecidos vegetais reflete sua real disponibilidade, pois existe uma relação entre o fornecimento de um nutriente pelo substrato de cultivo ou por um fertilizante e a concentração na folha, e uma relação entre essa concentração e a produção da cultura. Tal técnica pode estar sujeita a algumas limitações tais como épocas de amostragem, interpretação, contaminação da amostra, deficiências e excessos de nutrientes. Apesar disso, é uma das melhores ferramentas disponíveis para avaliar o estado nutricional de plantas e para

<sup>1</sup> MENEZES.P.M.L. Notas de Aula de Cálculo de Ajustamento. Não publicadas. Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro. 1981.

orientar programas de adubação, em conjunto com os resultados da análise de solo (Malavolta *et al.* 1997).

A Tabela 2 apresenta a Legenda dos diferentes elementos com as correspondentes cores que facilitem tanto a construção dos gráficos, assim como sua interpretação por parte dos usuários. A Tabela 3 mostra as freqüências (instâncias) das classificações para cada elemento, ou seja, do total de respostas recebidas, quantos usuários consideraram que cada elemento “Contribuição muito alta” (CMA), “Contribuição alta” (CA), “Contribuição média” (CM), “Contribuição baixa” (CB) e “Contribuição quase nula ou não contribui” (CN). A Tabela 4 é o resultado da transformação das classificações em porcentagens.

**Tabela 2.** Legenda do Sub-Componente Uso de Agroquímicos e seus indicadores.

LEGENDA	
Agroquímicos	Preto
Pesticidas	Branco
Frequencia - Pesticidas	Vermelho
Quantidade Pesticidas	Verde
Fertilizantes	Azul
NPK	Amarelo
Calagem e Gessagem	Roxo
Micronutrientes	Ciano
Resíduos orgânicos	Marrom

A Tabela 2 mostra as cores que o sub-componente Uso de Agrotóxicos e seus nós filhos terão nos gráficos de resultados.

**Tabela 3.** Freqüência da classificação da qualidade do Sub-Componente Uso de Agroquímicos e seus indicadores.

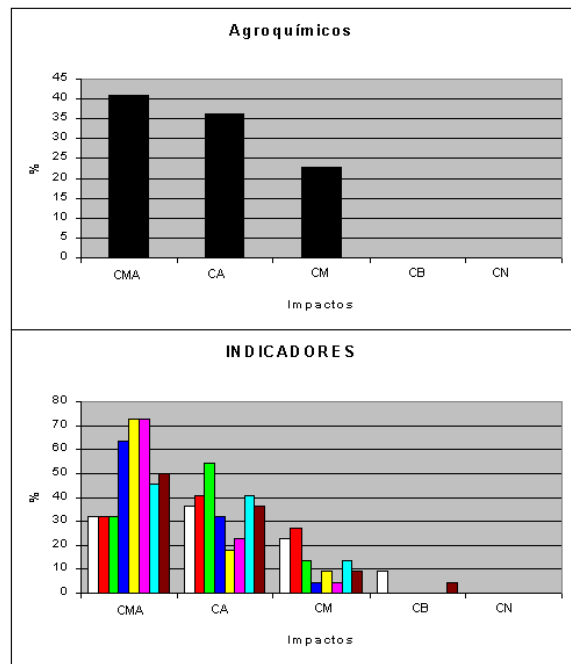
	INSTÂNCIAS									
	Preto	Branco	Vermelho	Verde	Azul	Amarelo	Roxo	Ciano	Marrom	
CMA	9	7	7	7	14	16	16	10	11	
CA	8	8	9	12	7	4	5	9	8	
CM	5	5	6	3	1	2	1	3	2	
CB	0	2	0	0	0	0	0	0	1	
CN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

**Tabela 4.** Resultados das porcentagens do Sub-Componente Uso de Agroquímicos e seus indicadores.

	PORCENTAGENS									
	Preto	Branco	Vermelho	Verde	Azul	Amarelo	Roxo	Ciano	Marrom	
CMA	40.9	31.8	31.8	31.8	63.6	72.7	72.7	45.5	50	
CA	36.4	36.4	40.9	54.5	31.8	18.2	22.7	40.9	36.4	
CM	22.7	22.7	27.3	13.6	4.55	9.09	4.55	13.6	9.09	
CB	0	9.09	0	0	0	0	0	0	4.55	
CN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

De posse desta última tabela, constroem-se os gráficos de barras apresentados na Figura 4. O histograma da parte de cima da Figura 4 corresponde aos dados do nó pai, o Sub-Componente Uso de Agrotóxicos, e os histogramas da parte de baixo correspondem aos seus nós filhos, os seus indicadores.

Este processamento será aplicado para toda a estrutura, iniciando-se primeiramente com todos os Sub-Componentes e seus Indicadores, logo em seguida para todos os Componentes e seus correspondentes Sub-Componentes, para finalmente aplicar para a Tecnologia e seus correspondentes Componentes.



**Fig. 4.** Histogramas do Sub-Componente Uso de Agroquímicos e seus indicadores.

A interpretação dos resultados ficará para cada sistema a ser avaliado e dependente do objetivo proposto e a premissa da proposta: ela é uma “Visão do Usuário”. Considerações interpretativas destes resultados serão apresentadas posteriormente.

A equação (4) apresentada No Modelo Matemático é o resultado da aplicação da teoria das pseudo matrizes, cujos resultados para o exemplo considerado é apresentado na Tabela 5.

**Tabela 5.** Pesos dos indicadores do Sub-Componente Uso de Agroquímicos.

Ajustamento de pesos									
	Preto	Vermelho	Verde	Azul	Amarelo	Roxo	Ciano	Marrom	
peso	0.17	0.28	0.28	0.37	0.13	0.15	-0.29	-0.16	

Nesta tabela, aparecem valores positivos e negativos, e eles podem ser interpretados pela forma como cada indicador influencia, neste caso, acrescenta (positivo) ou diminui (negativo) para a avaliação de cada Sub-Componente. Como foram apresentados, eles são os resultados do processamento das avaliações de todos os usuários, daí a sua característica global, e como já apresentado seu produto com as correspondentes avaliações resultará numa avaliação integral do Sub-Componente apresentado na Tabela 6.

**Tabela 6.** Resultados finais da avaliação

RESULTADOS FINAIS			
SEM AJUSTE	0.4727	AJUSTADA	0.4937
<b>Agroquímicos CONTRIBUIÇÃO ALTA</b>			

A Tabela 6 apresenta três resultados:

- Resultado sem ajuste, ele é a média aritmética das avaliações feitas pelos usuários sobre o elemento para o qual se contribui, Sub-Componente neste caso.
- O resultado ajustado é o produto da multiplicação da matriz [AV] (avaliações dos usuários dos elementos menores: indicadores, neste caso) pela matriz [P] resultada do cálculo. Esta matriz coluna seria as avaliações ajustadas do componente para o qual se contribui, e o valor que aparece na Tabela 6 como ajustada é a média aritmética dos valores desta matriz.
- Finalmente aparece um último resultado na última linha da Tabela 6, que é a passagem do valor numérico 0,4937 para a classe correspondente na Tabela 1 - Transformação das

respostas dos usuários para valores , onde 0,4 corresponde a “Contribuição Alta”, que é o que corresponde à opinião dos usuários.

## Interpretação dos Resultados

Esta etapa de vital importância é realizada considerando os objetivos definidos para o trabalho e as premissas feitas na parte inicial. Uma facilidade desta metodologia é que os resultados são apresentados em forma de gráficos, o que facilita sua compreensão.

Na Embrapa Solos foram feitas as avaliações de três tecnológicas empregando esta metodologia cujos resultados foram apresentados em relatórios anuais. Nas interpretações feitas sobre tais tecnologias, foi considerado o sistema em forma global, ou seja, com todos seus elementos e resultados. Aqui é onde se aplica a característica sistêmica da proposta Naveh (1984) e Mansilla Baca (2002), pois cada elemento tem ligação com os demais como é mostrado na estrutura hierárquica correspondente e esta não pode ser desconsiderada na interpretação.

## Implementação

Como desenvolvido até agora, a proposta está implementada 80% em planilha eletrônica, que facilita o emprego da metodologia.

Os dados são apresentados numa planilha como mostra a Figura 5. Com os dados desta planilha e empregando macros em linguagem VBA, são geradas novas planilhas para cada elemento considerado como mostra a Figura 6.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
3												
4	Dados											
5	Item	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	Indicadores	Agroquímicos	Pesticidas	Frequencia - Pesticidas	Quantidade Pesticidas	Fertilizantes	NPK	Calagem e Gessagem	Micronutriente	Resíduos orgânicos	Energia na expl. Agropec.	Combust. Fosseis
8	Indivíduo 1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0
9	Indivíduo 2	3	-1	1	1	3	3	3	1	-1	-1	1
10	Indivíduo 3	1	-1	1	1	3	3	3	1	1	3	3
11	Indivíduo 4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1
12	Indivíduo 5	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
13	Indivíduo 6	3	3	1	1	3	3	3	1	3	1	1
14	Indivíduo 7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
15	Indivíduo 8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
16	Indivíduo 9	0	1	1	3	1	0	0	3	0	0	0
17	Indivíduo 10	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1
18	Indivíduo 11	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
19	Indivíduo 12	1	1	3	1	0	0	1	0	1	0	0
20	Indivíduo 13	1	1	1	1	3	3	3	1	3	1	1
21	Indivíduo 14	0	0	0	0	3	3	3	3	3	0	0
22	Indivíduo 15	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
23	Indivíduo 16	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
24	Indivíduo 17	1	1	1	1	3	3	3	1	1	1	1
25	Indivíduo 18	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	3
26	Indivíduo 19	3	0	0	1	3	3	3	3	3	3	3
27	Indivíduo 20	1	1	1	1	3	3	3	3	1	3	3
28	Indivíduo 21	0	0	0	1	1	3	3	1	3	3	3
29	Indivíduo 22	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1
30												
31		Contribui Muito	3									
32		Contribui Pouco	1									
33		Não altera	0									
34		Prejudica Pouco	-1									
35		Prejudica Muito	-3									
36												

**Fig. 5.** Planilha de Entrada de dados.



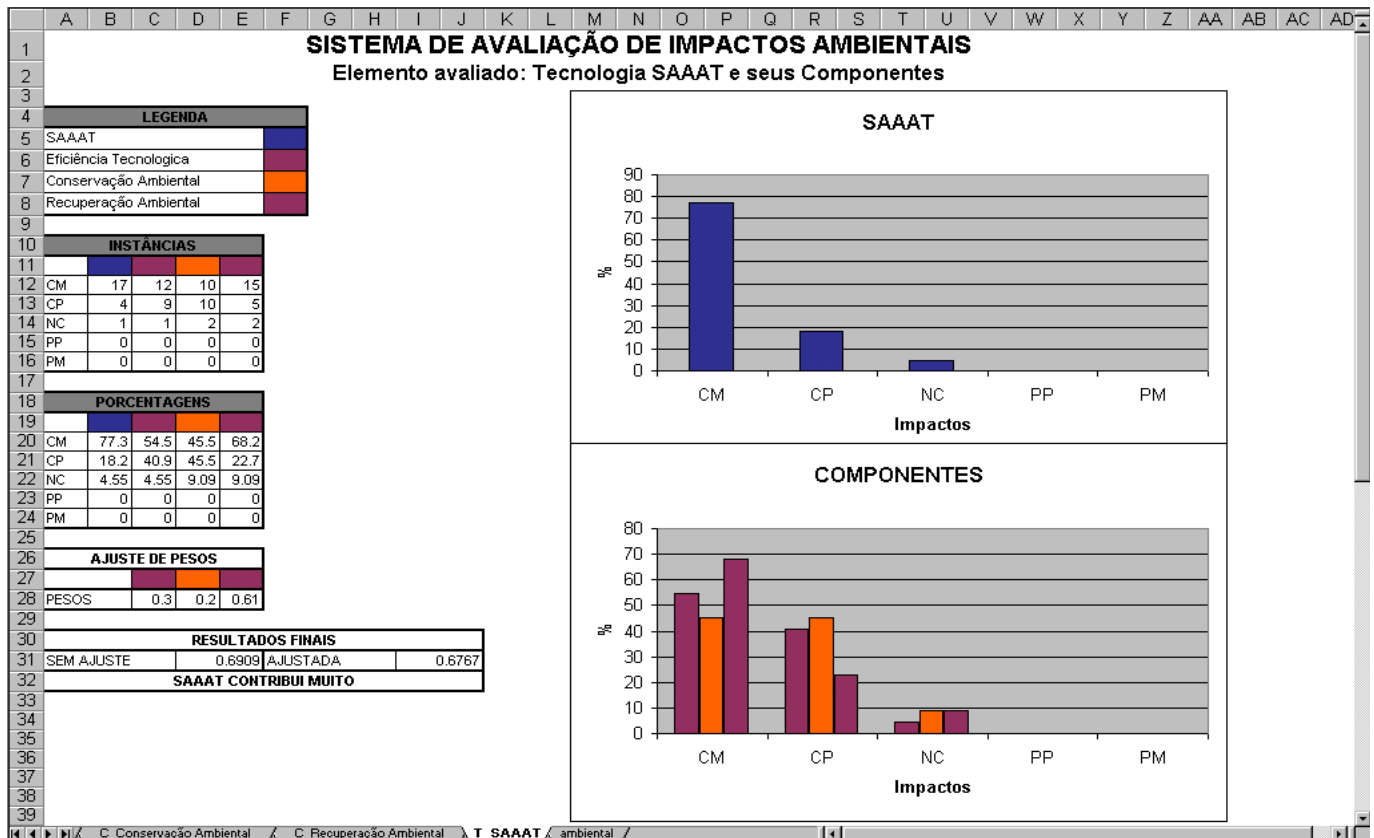


Fig. 6. Planilha da Tecnologia e seus componentes.

## Considerações Finais

- A proposta considera exclusivamente as avaliações dos usuários e em forma global “extraí” a “importância” que eles dão aos diferentes elementos que intervêm no problema. Tais informações recolhidas dos usuários podem ir de confronto com a visão dos especialistas o que pode ser motivo de pesquisa de tais contradições. Um aspecto muito importante a considerar é que tais informações são resultados diretos de duas etapas do processo: a construção da estrutura hierárquica e as formulação das perguntas. Em todo caso, um resultado como a proposta apresentada serve para avaliar as considerações que os especialistas tem sobre os sistemas. Na Embrapa Solos, as equipes formadas para realizar tais avaliações tiveram longas reuniões para chegar a essas estruturas apresentadas, nem sempre consensuais, nem de fácil compreensão para todos os especialistas, daí que no resultado final pode-se ter estruturas que podem ser motivo de discussão e aprimoramento que a presente proposta ajuda a levantar e corrigir. O resultado, em forma de gráfico e/ou numérica, também permitiu descobrir, “a olho nú”, resultados incompatíveis com o conhecimento sobre a matéria e reexaminando a forma que foram feitas as perguntas aos usuários descobriu-se que o problema estava nesta formulação destas. Assim ficou evidente a importância da clareza e simplicidade das questões oferecidas aos usuários.

- A proposta apresenta indicadores numéricos tanto de avaliação do elemento para o qual se contribui (elemento pai na estrutura), assim como da importância que todos os usuários dão aos elementos contribuintes (filhos), e aplica sobre ambos a estatística elementar sobre as quais se podem fazer todos os testes estatísticos que permitam avaliar a qualidade dos resultados obtidos. Nesta proposta não são apresentados tais testes, porém para futuros desenvolvimentos serão incorporados na proposta, que enriquecerão e oferecerão os resultados com o rigor científico que deve ter todo trabalho de pesquisa principalmente, numa área importante como é a avaliação de tecnologias sobre o meio ambiente.

- A proposta recolhe e implementa o mecanismo de agregação ou generalização da teoria hierárquica e com ela vai agregando de elementos simples para os mais complexos, chegando finalmente à Tecnologia, objeto de avaliação da proposta.

- Até a formulação do presente documento, novos enfoques para aprimorar os resultados estão em curso. Caso a Embrapa mostre interesse na proposta, pode se evoluir para a construção de um software que permita a automatização das tarefas, ou elas podem ser utilizadas nas planilhas até agora implementadas.

## Referências Bibliográficas

MANSILLA BACA, J. F. **Dinâmica da paisagem: métodos analíticos, modelos de classificação e simulação prognostica, sob a ótica geoecológica**. 2002. 184 f.. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A. S. **Landscape ecology: theory an application**. New York: Springer-Verlag. 1984. 356 p.

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C. **Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária**. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2001 p. 269-275.

RODRIGUES, G. S. **Avaliação de impactos ambientais em projetos de pesquisas - fundamentos, princípios e introdução à metodologia**. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 1998a. 66 p.(Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 14).

### Circular Técnica, 28

Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser obtidos na  
**Embrapa Solos**  
**Endereço:** Rua Jardim Botânico, 1024 Jardim  
Botânico. Rio de Janeiro, RJ. CEP: 22460-000  
**Fone:** (21) 2274-4999  
**Fax:** (21) 2274-5991  
**E-mail:** sac@cnpes.embrapa.br  
<http://www.cnpes.embrapa.br/solosbr/conhecimentos.html>

**1ª edição**  
1ª impressão (2004): 100 exemplares

### Expediente

**Supervisor editorial:** *Jacqueline S. Rezende Mattos*  
**Revisão de Português:** *André Luiz da Silva Lopes*  
**Editoração eletrônica:** *Jacqueline S. Rezende Mattos*